ELOGE HISTORIQUE

DE

LOUIS GALVANI.

4.

ÉLOGE HISTORIQUE
DE
LOUIS GALVANI;

PAR J. L. ALIBERT,

Membre de la Société de l'École de Médecine, Secrétaire-général et perpétuel de la Société Médicale de Paris, associé correspondant de l'Académie de Turin et des Sociétés des sciences physiques de Gottingue, Jena, etc.

A PARIS,

Chez RICHARD, CAILLE et RAVIER, Libraires, rue Haute-Feuille, n°. 11.

AN X.

AU

CIT. HALLÉ,

Membre de l'Institut National, professeur à l'École de Médecine de Paris, etc.

J'ai dû dédier cet Éloge historique de Galvani, à celui qui a été, en France, son premier et son plus digne continuateur.

J. L. ALIBERT.

AVANT-PROPOS.

J'ai déjà eu occasion de justifier l'étendue que je donne aux éloges historiques que je compose pour la Société Médicale, dans l'avant-propos qui précède celui de Spallanzani ; j'ai déjà observé que les détails presque minutieux dans lesquels je me plaisois à pénétrer, tenoient et au caractère particulier des hommes que j'avois à louer, et aux idées que j'avois conçues moi-même sur le genre du panégyrique, ainsi que sur la manière de l'écrire. C'est souvent dans les moindres circonstances de leurs procédés que brillent les expérimentateurs : c'est-là qu'il importe de les suivre pour apprécier le talent qu'ils ont d'interroger la nature, et pour apprendre à les égaler. Quel plus digne hommage d'ailleurs peut-on rendre à la mémoire du génie, que de recueillir religieusement tous ses titres à la reconnoissance publique, pour les offrir à la postérité !

Parmi les découvertes qui ont honoré le dix-huitième siècle, il en est peu qui ayent excité un intérêt plus universel que celle de Galvani. La multitude s'est en quelque sorte arrêtée devant les étonnans phénomènes qu'elle a dévoilés. On n'ignore pas en outre combien ces premières recherches ont été aggrandies et perfectionnées. Sans parler ici des expériences innombrables tentées avec tant de succès en Italie, en Angleterre et en Allemagne, nous pouvons citer en France les résultats obtenus par les citoyens Hallé,

Lamethrie, Fourcroy, Vauquelin, Monge, Berthollet, Guyton, Jadelot, Thenard, Charles, Biot, etc. L'éloge du professeur de Bologne ne pouvoit donc être, dans ce moment, un vain tribut payé à l'éloquence sur la tombe d'un mort illustre; il devoit présenter, pour être utile, l'histoire entière du Galvanisme, depuis son origine jusqu'à l'invention de la pile du celèbre Volta, qui vient de nous frayer une route nouvelle, et qui a surpassé son prédécesseur même en l'imitant.

Je ne saurois terminer cet avant-propos, sans rendre un hommage de gratitude aux savans qui ont bien voulu m'aider dans la recherche des matériaux qui pouvoient servir à l'exécution de mon projet. Parmi eux, je me plais à nommer les docteurs Corona, Aldini, Salmon, Uttini, Camille Galvani, Balcani, et le cit. Chaumeton, jeune médecin, dont l'érudition égale la modestie et les vertus, qui a parcouru, en observateur philosophe, les différentes villes de l'Italie. C'est à eux que je suis redevable de l'avantage que j'ai de pouvoir offrir la biographie complette d'un homme qui a laissé tant de regrets aux sciences et à sa patrie. Puissé-je l'avoir écrite d'une manière digne de mon sujet et de mes lecteurs!

ÉLOGE

ÉLOGE HISTORIQUE
DE
LOUIS GALVANI,

PAR J. L. ALIBERT,

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL DE LA SOCIÉTÉ.

CE n'est pas toujours d'après le nombre, mais d'après l'importance de leurs travaux, que la postérité juge les grands hommes. Les succès de Louis Galvani en sont une preuve manifeste. Une seule découverte, révélée en quelque sorte par le hasard, l'éleva soudainement, et comme à son insçu, au plus haut degré d'illustration.

Il méritoit sans doute mieux qu'aucun autre d'être initié à cet important secret de la nature. Il avoit manifesté dès sa première jeunesse une aptitude rare pour l'art d'observer. Mais jusqu'à l'époque où son nom fut porté dans toute l'Europe, peu jaloux de paroître, livré d'ailleurs aux occupations assidues de l'enseignement et aux fatigues d'une profession pénible, il négligeoit ces précautions attentives qui assurent ou étendent la renommée littéraire. Il fallut que la gloire allât, pour ainsi dire, le chercher dans l'intérieur de sa solitude; tant il est vrai qu'elle a ses caprices comme la fortune; elle échappe quelquefois à ceux qui la poursuivent avec ardeur, et va couronner des indifférens.

Déchirons le voile dont la modestie couvrit les talens de ce laborieux physiologiste ; mettons autant de zèle à relever l'éclat de son mérite, qu'il sembloit en mettre à le cacher. Qu'elle est belle, qu'elle est utile, cette institution qui décerne au génie éteint les honneurs immortels de l'apothéose !.... Peuples de la terre, s'il est vrai que les sciences soient votre meilleure richesse, célébrez la mémoire de ceux qui les cultivent ! Les conquêtes de l'expérience et de l'esprit philosophique, doivent avoir leurs apologistes, aussi bien que les victoires de vos guerriers.

Naissance de Galvani ; premières occupations de sa jeunesse.

Louis Galvani naquit à Bologne, le 9 septembre, en 1737. Il fut instruit de bonne heure par la leçon de l'exemple. Plusieurs de ses proches s'étoient rendus recommandables dans la théologie et la jurisprudence (1). Comme il est important de ne rien

(1) Il y a eu jadis à Bologne un grand casuiste du nom de Galvani. Ange Portenari en fait mention dans son Histoire qui a pour titre : *Della felicità di Padova*, *edizione di Pier Paolo Tozzin*. La jurisprudence cite avec orgueil Alexandre Galvani qui a publié plusieurs ouvrages estimés, dont parle aussi l'auteur que je viens d'indiquer, (p. 231) ; Marc-Aurelle Galvani, qui professa successivement avec un grand succès à Ferrare, à Pise et à Padoue ; et enfin François Galvani, frère aîné de celui que la médecine a perdu, avocat célèbre, homme intègre et désintéressé, très-versé dans l'étude des loix civiles, et excellent écrivain.

omettre dans l'histoire des pensées d'un homme qui s'est acquis tant de droits à l'estime et à la vénération de ses successeurs, nous n'oublirons pas de dire, que les premières années de sa jeunesse furent absorbées par les pratiques austères de cette religion devenue si fameuse dans les annales du monde, par le bien et le mal qu'elle a produit. Soit que ce fût en lui l'effet de l'éducation, soit que son ame aimante et sensible, dût naturellement s'attacher à une croyance qui donne tant d'espoir aux infortunés, toutes ses méditations se dirigeoient vers cet objet auguste. Il alloit quelquefois dans un couvent habité par des religieux dont la fonction spéciale est d'assister les mourans à leur dernière heure; il recherchoit avec passion leur entretien, et trouvoit leur institution sublime. On rapporte même que dans un moment de ferveur et de zèle, il voulut prendre l'habit de leur ordre; mais l'un de ces pères respectables le détourna de sa résolution, et le rendit aux sciences qui le reclamoient.

Il embrasse la profession de médecin, et obtient en mariage la fille du docteur Galeazzi.

Il se livra dès-lors à l'étude des différentes branches de la médecine; les docteurs Beccari, Tacconi et Galli, lui enseignèrent les élémens de cet art, et furent les témoins constans de ses progrès. Le professeur Galeazzi sur-tout, dont les travaux sont si renommés en Italie, eut pour lui l'attachement d'un tendre père. Il le recevoit habituellement dans sa maison, et lui accorda en mariage l'une de ses

filles, nommée Lucie, pleine à la fois de vertus et d'attraits. Le ciel bénit cette nouvelle alliance, et la félicité mutuelle de ces époux, a été trop souvent citée dans Bologne, pour qu'on ne doive pas en perpétuer le souvenir. O vous, dont l'ame reste encore sensible au milieu d'un siècle si frivole et si corrompu, vous m'approuverez sans doute d'insister sur des détails qui honorent autant la vie de l'homme !

Son amour extrême pour son épouse.

Galvani goûta dans toute sa plénitude la plus pure et la plus légitime des affections humaines. Un charme inaltérable qu'il n'avoit point encore connu, embellissoit sa double existence. Eprouvoit-il quelque chagrin, il l'oublioit bientôt auprès de celle que l'amour venoit d'associer à sa destinée. C'est à la vertu seule de concevoir et d'apprécier ces ineffables jouissances attachées aux nœuds de l'hymen, quand ils sont assortis par les convenances et les mœurs, par le sentiment et le caractère. On diroit que les délices de l'union conjugale, sont spécialement réservées aux savans, parce qu'ils sont habituellement solitaires, et qu'ils ont besoin d'être dédommagés de cet isolement perpétuel auquel les condamne la nature de leurs travaux. Ils y puisent d'ailleurs le courage nécessaire pour braver les tourmens sans nombre, inséparables de la carrière de la gloire. Qu'il est à plaindre celui qui, en butte aux traits et aux persécutions de l'envie, ne peut déposer ses peines au sein d'une femme adorée, qui le

console au moins du malheur qu'il y a d'être célèbre! Galvani, comme tant d'autres, expia ses premiers succès par beaucoup de contrariétés et de dégoûts; mais les douceurs intérieures de la paix domestique et les entretiens de sa compagne, ramenoient le calme et la sérénité dans son ame. Près de trente ans, il s'enivra du bonheur d'aimer et d'être aimé.

Ses regrets à sa mort; honneurs qu'il rend à sa mémoire.

Cependant, il vit arriver l'époque fatale où devoit s'évanouir ce rêve enchanteur. Qu'il est cruel de survivre au plus digne objet de son attachement et de ses vœux! Il faudroit que la mort moissonnât d'un même coup les cœurs unis par de si tendres liens. Galvani vit expirer dans ses bras sa chère Lucie. Jour affreux!..... Comment retracer son affliction et son désespoir! Pétrarque lui-même a moins gémi sur le trépas de sa Laure.

Pour rendre hommage à sa mémoire, il lui fit élever un tombeau dans le monastère des religieuses de Sainte-Catherine, et le décora d'une inscription touchante (1). Il composa l'Histoire de ses vertus,

(1) LUCIAE GALEATIAE GALVANAE
PIETATE RELIGIONE INGENIO ERUDITIONE
SPECTATISSIMAE
OPTIMAE AC SUAVISSIMAE CONIVGI
ALOISIVS GALVANUS
MOERENS
P
OBIIT
PRID KAL IVLII
ANN MDCCLXXXX
VIXIT ANN XLVII D XXVIII

qu'il renferma pieusement dans le cercueil dépositaire de sa dépouille, et chercha enfin à éterniser ses justes regrets par des vers que reliront sans cesse avec attendrissement les époux fidèles et malheureux (1).

---

(1) Poiche, tu mi lasciasti a piagner solo,
Dolce consorte, e dal suo fral disciolta
Alla magion dal ciel t'en gisti a volo,
Quai sien miei giorni per pietade ascolta.
Gemo, e per volger d'ore non consolo
L'alma, che ho' sempre al tuo partir rivolta,
E pace hò sol, allorche sfogo il duolo
Quella tomba in baciar, che t'hà raccolta.
Non però chieggo al mio penar s'accordi
Fine, ma sol, che tu pietosa a Dio
L'offra, ond'i falli miei più non ricordi.
Questo or, che'l puoi, e il vero ben discerni,
M'impetra, ò cara, onde un dì venga anch'io
Teco in cieli a goder begli anni eterni.

Galvani venoit de lire ces vers à son ami le docteur Cingari, lorsque ce dernier lui adressa le sonnet suivant:

L'acerba doglia, i sospir lunghi, e i pianti,
Onde se' al mio partir sol fatto erede,
Dolce consorte, e pietà mova a quanti
Amore è noto, e maritale fede;
Forse tra i gaudii eterni, e i risi santi,
Ad ogni ben, che l'alme in Dio possede,
Soli turbar potrian d'amari istanti
Mia pace; se qui'l duol metesse sede:
Pur sebben t'amo, e ritener m' e' dato
Soto quest'una della antiche voglie

On ajoute que ce grand homme, laissoit rarement passer plusieurs jours sans aller visiter le triste monument de sa douleur conjugale ; que toutes les fois sur-tout que les fonctions de son ministère l'attiroient dans le couvent que je viens de nommer, il n'en sortoit jamais sans s'arrêter quelques instans dans cette église où reposoient les restes chéris de sa moitié ; qu'il s'y prosternoit devant l'éternel, et mouilloit de ses pleurs le marbre funebre. On a raison de le dire : il y a quelque chose de magique dans la cendre de l'objet que nous regrettons, qui fait qu'elle n'est pas entièrement éteinte pour nous. Il semble que cette froide poussière respire sous nos mains, et que trempée de nos larmes, elle se ranime en quelque sorte dans l'urne qui la renferme, pour répondre à nos soupirs et à nos sanglots......

Après ce malheur irréparable, Galvani tomba dans une mélancolie profonde, dont le temps ni les distractions ne purent adoucir l'amertume. Dans l'intérieur de sa demeure, dans les lieux publics ou dans la solitude des campagnes, par-tout il se retrouvoit douloureusement occupé d'un si déchirant souvenir ; par-tout il ne rencontroit que l'ombre plaintive de sa Lucie.... Il est une constance et

---

Frà l'alma luce del mio lieto stato ;
Non vestirai già più le frali spoglie,
Su' cui tu piagni; anzi indugiar m'e' ingrato,
Che tu t'en sciolga, e affretti a queste soglie.

une énergie de sentiment dont le vulgaire est incapable, et qu'il faut regarder ici bas comme la perfection suprême de l'humanité. Galvani la possédoit au degré le plus éminent; aussi ses maux furent-ils sans remède. Vous qui le précédâtes dans la tombe, tendre et fidelle compagne de ses plus beaux jours, votre sort a été moins funeste que le sien; le ciel vous a épargné ces longues amertumes qui suivent les pertes et les privations déchirantes de l'amour! Vous n'aurez point à verser des pleurs sur la pierre muette qui couvre la cendre de votre époux!....

Tel a été l'un des événemens qui ont le plus influé sur les mœurs et la destinée de cet homme sensible. J'ai placé ce trait mémorable de sa vie à la tête de son Éloge, parce qu'à mes yeux, les procédés généreux du cœur valent mieux encore que les succès de l'esprit. De tels récits d'ailleurs ont un charme inexprimable pour les ames honnêtes, et font toujours prospérer la vertu.

Galvani commence sa carrière littéraire en se livrant à l'enseignement.

Je vais entrer maintenant dans l'histoire particulière de ses travaux. Galvani étoit encore très-jeune, lorsqu'on lui confia dans sa patrie des emplois aussi honorables qu'importans. Après avoir soutenu avec éclat et distinction une thèse savante sur la nature et la formation des os (1), il fut créé

(1) *De ossibus theses physico-medico-chirurgicæ, etc. Bononiæ*, 1762. Cette thèse ne pouvoit être analysée dans

lecteur public dans l'université de Bologne, et chargé d'enseigner l'anatomie dans l'institut des sciences de cette ville. L'excellence de sa méthode et la facilité de son élocution, lui attirèrent un grand concours d'auditeurs. Il manifestoit à cette époque un tel penchant pour les expériences, qu'il ne cessoit d'en faire, lors même qu'il n'avoit pas d'objet déterminé à éclaircir, répétant sans cesse dans ses leçons, que le hasard avoit enfanté les plus étonnantes découvertes. On eût dit qu'il pressentoit déjà les résultats précieux qui devoient couronner un jour ses tentatives multipliées.

Pour acquérir des notions plus précises sur le mécanisme et les fonctions du corps humain, il consacroit les courts intervalles que lui laissoient les devoirs de sa chaire, à l'étude de l'anatomie comparée. Quelle science en effet est plus digne d'occuper un esprit vaste, que celle qui dévoile à

Ses succès dans l'anatomie comparée.

---

cet éloge, puisqu'elle n'est elle-même que le résumé le plus succinct de la doctrine de l'ossification dans ses rapports avec la physique, la chimie, la médecine et la chirurgie. Le principal mérite de ces sortes d'ouvrages, consiste d'ailleurs dans les développemens plus ou moins ingénieux que fait naître la dispute, et dont le texte n'est que le sujet. Galvani sut renfermer dans vingt propositions toutes les connoissances acquises sur cette importante matière à l'époque où il s'en occupoit. On admire dans son opuscule les deux qualités les plus essentielles de l'écrivain, une extrême précision et une extrême clarté.

chaque instant à nos regards les rapports innombrables des êtres vivans de la nature. C'est dans leurs ressorts intérieurs qu'existent communément les analogies les plus frappantes et les différences les plus tranchées. C'est en rapprochant ces analogies et ces différences, qu'on parvient à saisir la chaîne qui paroît lier dans l'ordre de leurs affinités réciproques, toutes les espèces du monde animé.

Galvani multiplie ses dissections sur les oiseaux. Il publie un Mémoire sur l'appareil urinaire des volatiles.

Mais au milieu de tant d'êtres sensibles qui entraînent et captivent l'attention des physiologistes, Galvani avoit de préférence dirigé ses recherches vers l'organisation des oiseaux. Cette classe particulière d'animaux à sang rouge, universellement appropriée aux trois élémens dont se compose le système immense de l'univers, présente à l'observation une plus grande variété d'attributs et de facultés. Plus distante de l'homme que les quadrupèdes, elle offre des traits d'opposition plus marqués, qui peuvent éclairer les points douteux de nos connoissances sur les loix de la physique humaine.

Galvani étoit tellement rempli de cette idée, qu'il procédoit chaque jour à des dissections nouvelles dont tous les résultats n'ont pas été perdus pour la science. L'institut académique de Bologne a recueilli dans ses fastes comme un modèle de précision et d'exactitude anatomique, son beau travail sur l'appareil urinaire des volatiles. Il est vrai que peu de sujets piquent autant la curiosité dans les

animaux privés de vessie. On se plaît à méditer sur la destination ultérieure de cette excrétion particulière, à laquelle cet organe sert communément de réservoir.

Situation et forme des reins chez les oiseaux.

Notre illustre observateur porta d'abord ses regards sur la position et la forme des reins chez les oiseaux. Ce sont deux viscères oblongs, renfermés dans l'intérieur de leur abdomen, situés selon le trajet de leur colonne vertébrale, et appropriés chez eux, comme chez les quadrupèdes, à l'importante secrétion de l'urine. Ils se portent en suivant la direction de l'épine du dos, depuis le poumon jusque dans l'ample cavité de l'os iliaque, où ils se terminent. C'est sans fondement que plusieurs auteurs ont avancé que cette fosse profonde logeoit le systême rénal en totalité, puisqu'elle ne contient réellement que la majeure portion de son parenchyme. Ce double viscère, ellypsoïde dans l'homme, est diversement figuré dans les volatiles, selon leurs différentes espèces. On n'y remarque pas cette échancrure particulière, vers le milieu de son bord interne. Chez quelques-uns il affecte la forme du rein de l'agneau, comme Borrichius le raconte de l'aigle; et chez quelques autres, il a l'apparence d'une langue de chien, comme Galvani l'a vu dans le canard (1).

(1) Il paroît que la forme des reins chez les volatiles, subit une multitude de variations. C'est ainsi que d'après

Division anatomique de l'organe du rein, et divers lobes qui le constituent.

Quoique la substance de chaque rein ne constitue qu'un même corps dans la plupart des oiseaux et en particulier dans les granivores, les anatomistes la partagent communément en trois lobes, pour mieux classer les objets dans la mémoire. Galvani néanmoins ne procède-t-il pas avec plus de méthode, en considérant d'abord deux parties dans l'appareil urinaire ; l'antérieure qui regarde le ventre, et la postérieure qui regarde le dos. Cette première partie se sous-divise encore, non en trois mais en quatre lobes très-distincts. Le premier situé sous le poumon offre l'aspect d'une amande dont la pointe se dirige vers le plan supérieur, et la base vers le plan inférieur (1). Le second est oblong, plane, et s'étend

les dissections faites en présence des membres de l'ancienne académie des sciences, cet organe n'est pas divisé en plusieurs lobes dans le cormoran, comme dans les autres oiseaux. Il est seulement dentelé à sa partie convexe, à la manière d'une crête de coq. Dans l'examen de deux pélicans et de plusieurs autruches, on n'observa pas non plus de découpures, ou du moins elles étoient très-peu prononcées ; et Buffon compare la figure des reins de ces derniers oiseaux, à celle d'une guitare. Enfin, dans une poule sultane, le système rénal étoit divisé en plusieurs lobes ; mais le lobe supérieur étoit très-volumineux, tandis que les inférieurs étoient très-petits, disposition très-peu ordinaire. (*Consultez les planches des Mémoires pour servir à l'histoire des animaux*).

(1) J'ai eu occasion de vérifier cette remarque de Galvani, dans plusieurs oiseaux que j'ai disséqués avec le

jusqu'à l'artère iliaque. Le troisième est le plus petit de tous; il est rond et adhère en quelque façon à celui que nous venons de désigner. Le quatrième enfin est plus volumineux, et sa figure est irrégulière. Si l'on envisage en second lieu l'organe du rein dans sa partie postérieure, on peut le séparer en deux lobes inégaux, dont le plus petit est supérieur, et le plus grand inférieur. Le supérieur présente quatre sillons qui répondent aux vertèbres dorsales; quatre sillons plus profonds encore se remarquent dans le lobe inférieur, et s'adaptent aux apophyses transversales des vertèbres des lombes. Il n'y a que ce lobe qui soit caché dans la grande cavité de l'os des isles; l'autre est hors de cette cavité.

Ses enveloppes et sa surface.

Le rein envisagé dans son entier est environné de deux tuniques, dont l'une est cellulaire et graisseuse, et l'autre est mince et transparente. Galvani les observa dans une multitude d'oiseaux qu'il soumit à la dissection et les examina attentivement soit à l'œil nud, soit à la lentille, sans y rien appercevoir de très-remarquable.

Ces enveloppes étant une fois séparées, Galvani

---

citoyen Richerand, et particulièrement sur des beccassines. Le premier lobe du rein avoit réellement la figure d'une amande dont la pointe étoit en bas; mais nous trouvâmes que dans des pigeonneaux, c'étoit plutôt une sorte de triangle dont le sommet étoit un peu en haut et en dedans, tandis que la base étoit en bas et en dehors.

put considérer avec plus de soin la propre surface du rein, qui étoit très-analogue à celle du cerveau. Elle représentoit une grande quantité de lobules oblongs, roulés sur eux-mêmes, inégaux de forme et de volume, mais qui étoient planes au lieu d'être proéminens comme dans cet organe.

Nature et structure de la substance du rein.

Certains auteurs regardent la substance du rein, comme étant de nature charnue, d'autres pensent qu'elle est de nature glanduleuse (1). Galvani s'appliqua sur-tout à rechercher quelle étoit sa structure dans les poussins, ces volatiles étant le plus fréquemment à sa portée. Il eut recours à la macération, qui ne lui fournit aucun résultat, quoiqu'il eût long-temps prolongé cette opération, qu'il l'eût exécutée avec différentes liqueurs, et qu'il eût fait usage des lentilles les plus fines. Il prit alors une autre voie qui étoit celle de l'injection; il lia donc les uretères à un animal vivant; cette operation est facile; il ne sagit que de passer profondément derrière l'anus, une aiguille armée d'un fil, et de serrer ensuite étroitement par un petit nœud tout ce qui se trouve contenu entre les deux têtes de ce fil. Il espéroit que l'urine ne tarderoit pas à se concréter,

(1) Vallisnieri, en parlant des reins de l'autruche, s'exprime ainsi qu'il suit: *Eranò lunghi un piede per cadauno, formati da' soliti grappoli molto visibili di glandule, co' suoi vasi sanguigni, e nervi.* (*Oper. fisic. med. notom. dello Struzzo*).

et que se rassemblant par cet artifice dans les moindres conduits excrétoires, elle montreroit leur structure à découvert.

Peu de jours après l'animal périt; Galvani s'empressa de le disséquer. Qu'on se représente sa joie, lorsqu'il apperçut une matière blanche répandue dans toutes les parties, et sur-tout les membranes, parmi lesquelles on remarquoit le péricarde devenu comme gypseux, ainsi que l'enveloppe externe du foie! Les reins n'étoient pas fort éloignés de leur volume naturel; mais ils étoient injectés de cette matière crétacée dont je viens de faire mention. Cette matière n'occupoit ni la cavité des lobules, ni le propre tissu de l'organe. Elle étoit contenue dans l'intérieur des vaisseaux, qui en multitude innombrable rampoient et figuroient de petites lignes blanches sur la superficie du viscère. Rien n'étoit plus curieux à contempler que ces petites lignes émanées des branches vasculaires qui environnoient les lobes, se repliant en orbes sur ces mêmes lobes, et les embrassant dans leur contour, paroissant tantôt s'aboucher, tantôt se terminer vers leur milieu. De ces mêmes branches vasculaires partoient d'autres troncs de vaisseaux artériels ou veineux, qui envoyoient çà et là des rameaux aux lobules voisins. Telle étoit, au rapport de Galvani, la structure externe des reins, qui présentoit un spectacle merveilleux. Il procéda ensuite à l'examen de la structure intime de ces

organes, soit en les disséquant diversement à l'aide du scalpel, soit en séparant habilement avec ses doigts leurs différentes parties. Ayant soigneusement suivi à la lentille les anfractuosités et les lobules qu'il avoit d'abord apperçus extérieurement, il les vit se continuer à l'intérieur, se réfléchir en différentes circonvolutions à la manière des intestins, se répandre dans toute la substance du rein, et s'unir avec les vaisseaux sanguins, les nerfs, les conduits excrétoires, par l'intermède du tissu cellulaire.

Tuyaux urinifères.

L'origine et la terminaison des tuyaux urinifères n'étoit pas facile à appercevoir, parce qu'ils sont ordinairement remplis d'une humeur claire et transparente. Galvani présuma judicieusement, qu'il seroit aisé de les rendre plus visibles, en y accumulant la matière gypseuse de l'urine, par le moyen de la ligature des uretères, comme il l'avoit déja pratiqué pour le systême vasculaire du rein. Il tenta donc l'expérience sur plusieurs autres poussins et notamment sur une poule très-maigre. Il vit effectivement ces conduits particuliers s'avancer des interstices des lobules, descendre pareillement en orbe dans la substance des reins, passant ensuite sous les lobules, se rassembler en une sorte de faisceau pour s'unir à un tronc commun, qui aboutissoit lui-même à un tronc plus grand, lequel se rendoit enfin à l'uretère. Ces troncs communs sont très-nombreux; et comme ils reçoivent des tuyaux urinifères

de

demi-circulaires, et de la pulpe nerveuse où s'effectue la perception des sons, que la nature enfin a dû être économe de ces parties, pour ne pas augmenter le poids de la tête qui auroit nui à l'exécution du vol.

Un plus sérieux examen nous montre néanmoins que rien ne manque à l'ouie des oiseaux. La conque auditive est heureusement remplacée par ces plumes artistement rangées autour du méat externe; et l'osselet unique, au moyen de son corps et ses appendices remplit facilement les fonctions des trois osselets qu'on rencontre chez les mammifères.

Ainsi donc, en comparant l'ouie de l'oiseau à celui de l'homme, on a énoncé avec fondement que le premier en devoit les avantages plus à son organisation qu'à son intelligence, et l'autre plus à son intelligence qu'à son organisation.

Influence particulière des études de Galvani sur ses opinions religieuses.

L'infatigable Galvani s'étoit livré à beaucoup d'autres recherches sur l'anatomie comparée; mais

---

attenantes à la caisse du tympan. On trouve que ces cavités diminuent de plus en plus, à mesure qu'on arrive aux oiseaux terrestres, et spécialement au Cazoar et à l'Autruche; qu'elles augmentent au contraire dans ceux qui ont une puissance de vol très-étendue; cette disposition est sur-tout avantageuse pour les oiseaux voyageurs, qui s'appellent, s'avertissent et se rallient à des distances infinies, quand le vent ou la frayeur dispersent leurs phalanges dans les airs.

indifférent pour la gloire, n'aimant à trouver la vérité que pour l'unique plaisir qu'elle donne, la plupart de ses découvertes n'ont été divulguées que par la voix de l'enseignement, et sont en quelque sorte devenues la propriété des nombreux disciples qui ont eu le bonheur de l'entendre. Je termine donc ici l'exposition de ses premiers travaux. Qu'on me permette seulement de rappeler un trait qui ajoute à tout ce que j'ai dit de son caractère moral en commençant cet éloge! On a déjà vu quel étoit son zèle et son amour pour la religion qu'il professoit : on assure que dans ses démonstrations publiques, il n'achevoit jamais ses leçons sans exhorter ses auditeurs à la vertu, en les ramenant toujours à l'idée de cette providence éternelle, qui développe, conserve et fait circuler la vie chez tant d'êtres divers. J'écris dans le siècle de la raison, de la tolérance et des lumières; serai-je réduit à justifier Galvani aux yeux de la postérité, d'un des plus beaux sentimens dont se compose la nature de l'homme? Non sans doute, et ceux-là sont bien peu initiés aux saines maximes de la philosophie, qui s'obstinent à repousser des vérités établies sur des témoignages si grands et si authentiques (1). La puissance d'un Dieu se montre à chaque instant aux regards du physiologiste dans

(1) *Breves haustus in philosophiâ ad atheismum ducunt, longiores autem reducunt ad deum.*

les ressorts merveilleux de la mécanique animée. Il est vrai que pour la reconnoître et l'adorer, le sage observateur n'a besoin ni de s'assujettir à de vaines cérémonies, ni de s'incliner devant des images ou des autels. A l'exemple de Galien, il abandonne au vulgaire le culte des temples, et lui seul glorifie la divinité par la perpétuelle contemplation de ses œuvres. Quel plus digne hommage pourroit-il lui rendre! quel plus digne emploi pourroit-il faire de sa propre intelligence, que de l'appliquer à l'étude des étonnans phénomènes de la création (1).

---

(1) « A la vue des rapports multipliés qui lient l'animal » à tous les objets de la création, et qui font de son corps » comme un centre où tout l'univers se réfléchit, se re- » produit en entier, suivant l'expression des anciens sages, » nous sommes conduits bien naturellement à l'intelligence » suprême qui a dû régler et ordonner cette foule effrayante » de rapports. C'étoit-là le principal fruit que les philoso- » phes de l'antiquité attendoient de leurs travaux anato- » miques. Laissons au peuple, disoit Galien, dans le su- » blime enthousiasme qui le possédoit, le culte et les pra- » tiques; qu'il s'enferme dans les lieux consacrés à la re- » ligion, et qu'il y adresse ses vœux à l'Éternel : pour la » philosophie, c'est dans le cadavre que brille la majesté » de Dieu; c'est-là qu'il s'est élevé le temple le plus auguste. » Je me croirois heureux si vous deviez tirer de mon tra- » vail, de nouvelles raisons de vous convaincre de l'existence » du premier être qui a créé et ordonné le monde, qui a » construit les animaux, qui a constamment réglé leur or- » ganisation selon leurs besoins, qui a assuré à chacun » d'eux toute la plénitude de bien que pouvoit comporter

Origine de la découverte du Galvanisme.

Il est temps de dire comment s'opéra cette découverte, dont tant de savans suivent aujourd'hui les progrès, et qui a fait une époque si mémorable dans les annales des sciences. Quoique les expériences aient été prodigieusement variées depuis quelques années, quoique les travaux qui ont attaché tant de gloire au nom de Galvani, soient universellement connus et appréciés, il importe de les consigner dans son histoire. On se plaît à considérer les recherches commencées par l'inventeur, et plus un fleuve a grossi dans son cours, plus on est curieux de remonter à sa source.

Accident imprévu qui détermina les premiers essais de Galvani.

On va voir que ce fut un accident imprévu qui détermina ses premiers essais. Il étoit un soir dans son laboratoire, et s'occupoit à faire des expériences, de concert avec quelques-uns de ses amis, parmi lesquels se trouvoit un de ses neveux qu'il affectionnoit particulièrement (1). On avoit posé par

---

» son mode d'existence, pour qu'il ne fût pas à l'homme » qu'il a appelé à la contemplation de tant de merveilles » un objet indifférent». Grimaud, *Leçons manuscrites de physiologie.*

(1) Je veux parler du docteur Camille Galvani, avantageusement connu par un opuscule sur la pierre phosphorique de Bologne, et par un *Abrégé de l'Histoire naturelle de Buffon.* Digne héritier des lumières et des vertus de son oncle, il succédera un jour à sa gloire.

hasard sur une table où se trouvoit une machine électrique, des grenouilles écorchées qu'on destinoit à un autre usage (1), et qui étoient séparées par un certain intervalle du conducteur. L'un des aides qui coopéroient aux expériences, approcha sans y songer la pointe d'un scalpel des nerfs cruraux internes de l'un de ces animaux : aussitôt tous les muscles des membres parurent agités de fortes convulsions. L'épouse de Galvani étoit présente ; cette femme incomparable dont nous avons déjà loué l'esprit et la sagacité, fut frappée de la nouveauté du phénomène. Elle crut s'appercevoir qu'il concouroit avec le dégagement de l'étincelle électrique. Transportée de joie, elle courut en avertir son mari qui résolut aussi-tôt de vérifier un fait aussi extraordinaire (2).

Celui-ci ayant en conséquence approché une seconde fois la pointe du scalpel des nerfs cruraux de

(1) On rapporte qu'à cette époque, l'épouse de Galvani prenoit des bouillons de grenouille pour le rétablissement de sa santé qui étoit très-foible. Son mari qui, comme nous l'avons dit, l'aimoit avec passion, s'occupoit lui-même du soin de les lui préparer. Cet événement particulier donna lieu au premier phénomène qui a conduit au Galvanisme. Combien d'autres découvertes n'ont été pareillement dues qu'au hazard !

(2) Le lecteur verra peut-être avec intérêt les vers italiens qui furent adressés à Galvani à l'occasion de cette

la grenouille, pendant qu'on tiroit une étincelle de la machine électrique, les contractions recommencèrent. Ces contractions néanmoins pouvoient être attribuées au simple contact du scalpel qui servoit de stimulus, plutôt qu'au dégagement de l'étincelle. Pour éclaircir ce doute, Galvani toucha les mêmes nerfs sur d'autres grenouilles, tandis que la machine électrique étoit en repos, et alors les contractions n'eurent pas lieu. L'expérience souvent répétée fut constamment suivie d'un résultat analogue.

Analogie de ce premier phénomène avec les lois de l'électricité ordinaire.

Pour peu qu'on médite maintenant sur cette première expérience, il est facile de se convaincre

---

découverte, qu'il devoit en quelque sorte au zèle et à l'attention de sa compagne chérie :

Quella donna gentil, cui d'aureo strale
  Piagata il seno teco amor congiunse;
  Poi morte con quel suo colpo fatale
  Per farne bello il ciel da te disgiunse.
Quella non tu, che novo ardor vitale
  In rana ignuda a disvelar pur giunse,
  Quand'una, ed altra man con vanto eguale
  Il conductor metallo, e i nervi punse,
Ne a te, signor, questa fedel consorte
  Tacque l'ignoto arcan, per cui tuo nome,
  Oltre l'italo suolo altero vasi.
Oh se vedessi di si bella sorte
  Com'ella esulta dolcemente, e come
  Di te ragiona, e de tuoi chiari passi?

qu'elle n'a rien qui doive surprendre un observateur attentif, et qu'elle trouve aisément son explication dans les loix ordinaires de l'influence électrique (1); mais Galvani étoit préoccupé d'une autre idée, ce qui fut un bien pour les progrès ultérieurs de cette partie de la science. S'il n'eût vu en effet dans ce phénomène que ce qui est conforme à nos connoissances physiques, sa curiosité eût été satisfaite, et il n'auroit pas été plus loin. C'est donc parce qu'il songeoit d'avance à son hypothèse sur l'existence d'une électricité inhérente au corps animal, et qu'il cherchoit à la

(1) M. Pfaff dans son excellent ouvrage qui a pour titre: *Uber Thierische elektricität und reizbarkeit*, pag. 333, remarque très-bien que l'origine de ces contractions s'explique par la force stimulante de l'électricité ordinaire mise en mouvement dans ce cas par influence, et qu'on n'a pas besoin de recourir à une électricité animale. Il fait observer que l'électricité du conducteur de la machine, agissoit sur la partie naturelle électrique contenue dans tous les corps, aussi bien que dans les conducteurs des nerfs, dans les nerfs et les muscles même; et la distribuoit de façon que les corps opposés directement au conducteur de la machine, c'est-à-dire le conducteur du nerf et le nerf lui-même, prenoient une électricité opposée à celle du conducteur, pendant que les muscles et les conducteurs qui leur sont propres, prenoient l'électricité homogène. En tirant l'étincelle, cette force distribuante cessoit d'agir; l'équilibre troublé étoit rétabli, et le nerf étoit stimulé par l'électricité qui s'échappoit de lui-même.

confirmer, qu'il répéta et varia dans la suite ses essais avec tant de détail et d'exactitude; tant la prévention même est quelquefois utile, pour la la découverte de la vérité (1).

Nécessité d'un corps déférent pour la production du phénomène dont il s'agit.

Cependant notre expérimentateur s'étant apperçu que les contractions avoient manqué une fois de se manifester, malgré le contact des nerfs et la projection simultanée de l'étincelle électrique, chercha dès-lors à en démêler la cause. Sa tentative ne fut pas vaine et il remarqua effectivement qu'il tenoit le scalpel par le manche qui étoit d'os, et par conséquent mauvais conducteur. Afin de convertir son soupçon en certitude, il usa alternativement d'un corps cohibant, tel qu'un cylindre

(1) Ceux qui ont suivi les cours d'anatomie de Galvani, attestent qu'il avoit adopté l'hypothèse d'un fluide électrico-animal, plusieurs années avant sa découverte; et que dans plusieurs disputes scientifiques, il avoit soutenu cette ingénieuse conjecture avec une sagacité rare et bien propre à convaincre ceux qui l'écoutoient. Il partageoit cette idée avec le savant physicien Vassalli, qui dans le même-temps présuma que certains organes du corps animal, receloient une électricité particulière nécessaire aux fins de leur économie, et qui publia une suite d'expériences curieuses à ce sujet. Il y avoit été conduit par une ancienne observation de Cotugno, consignée dans plusieurs ouvrages. On dit qu'un disciple de ce dernier, disséquant une souris, et ayant touché avec la pointe du scalpel le nerf diaphragmatique de cet animal, ressentit une secousse si vive, que sa main en fut engourdie.

de verre poli absolument dépourvu de poussière et d'humidité, et d'un cylindre de fer. Dans le premier cas, Galvani non-seulement touchoit mais frottoit diversement les nerfs cruraux de la grenouille en même temps qu'on tiroit l'étincelle, et pourtant quelle que fût son adresse, il ne put jamais parvenir à exciter le moindre mouvement dans les muscles de l'animal. Se servoit-il au contraire d'un cylindre de fer; les plus violentes convulsions se déclaroient, même lorsqu'il ne se dégageoit de la machine électrique, que de foibles étincelles. Plus de doute alors que le contact d'un corps conducteur avec les nerfs, ne fût nécessaire pour la production du phénomène.

Avantage qu'il y a à donner une certaine étendue au conducteur, pour produire les contractions.

Mais dans cette expérience, on employoit à la fois et le corps déférent pour toucher les nerfs de la grenouille, et l'homme pour tenir le corps déférent. Le professeur de Bologne se contenta donc d'approcher le cylindre de fer des mêmes nerfs, sans le tenir avec la main, afin d'examiner si le phénomène devoit être rapporté à l'homme et au cylindre de fer tout ensemble, ou à ce dernier corps seulement. Les choses étant ainsi disposées, on tira vainement les plus fortes étincelles de la machine électrique, aucune contraction ne fut provoquée. Que fit alors l'ingénieux Galvani? il attacha aux nerfs un fil de fer très-long, pour éprouver si par ce moyen, il remplaceroit l'absence de

l'individu destiné à tenir le corps conducteur. On n'eut pas plutôt tiré une étincelle, que les mouvemens convulsifs se rétablirent dans les membres de la grenouille. D'après ce fait, il resta convaincu que la production du phénomène observé exigeoit non seulement l'application du corps déférent sur les nerfs, mais encore une certaine étendue et prolongement de ce corps. Il donna aussi-tôt au fil de fer, dont il s'étoit servi, le nom de *conducteur des nerfs*, pour mettre plus de clarté dans le récit qu'il fait lui-même de sa découverte. Après avoir ensuite attaché une grenouille à ce conducteur par un crochet pareillement métallique, fixé à l'épine médullaire de l'animal, tantôt il la plaçoit près de la machine électrique, tantôt il l'en éloignoit par l'intermède du conducteur. Dans ces deux positions, les mouvemens de contraction se manifestoient (1).

(1) On peut rapprocher de ces expériences, celles qui ont été faites par la commission de l'institut national de France, et qui tendent à constater la susceptibilité des animaux pour les influences électriques. Ces savans réunis pour répéter, étendre et varier les essais de Galvani, éprouvèrent d'abord que les grenouilles entières et non dépouillées de leur épiderme, n'étoient point atteintes par ces influences, quoique soumises à l'action d'une très-grande machine électrique dont on tiroit de fortes étincelles. Ils privèrent alors l'un de ces animaux de son enveloppe extérieure, mirent à nu les nerfs lombaires, et le situèrent sur une lamine de plomb débordant un plateau de glace

Il voulut voir alors s'il obtiendroit un effet semblable, en augmentant prodigieusement l'étendue des conducteurs des nerfs. Il réussit avec un fil de fer de plus de cent coudées. L'expérience fut exécutée de la manière suivante : on isola un fil de fer, en le suspendant par le moyen de plusieurs anneaux de soie au plafond d'un certain nombre de chambres; on approcha de ce fil de fer un autre fil de même nature, à l'extrêmité duquel tenoit une grenouille préparée. Pour plus grande

---

qui servoit de support. Une personne tenoit le plateau, appuyant le doigt sur la lamine métallique, et on avoit établi une chaîne communicante jusqu'à terre. Chaque étincelle que l'on tiroit du globe conducteur faisoit éprouver à la grenouille les contractions les plus vives, lors même qu'elle étoit placée à une distance de huit ou dix mètres de l'appareil électrique. Mais ces contractions n'avoient plus lieu aussitôt que la chaîne qui communiquoit avec le sol, venoit à être supprimée. On rétablit dès-lors la chaîne de communication, et l'un des coopérateurs de l'expérience, étendit sa main tout près de la grenouille et précisément du côté d'où partoient les étincelles, comme pour opérer une interruption dans la direction de l'animal au globe conducteur de la machine, et aussi-tôt on cessa d'appercevoir les secousses convulsives observées dans le premier cas. Enfin la main ayant été écartée, et une pointe de métal ayant été dirigée dans le même sens, cette dernière n'empêcha point les mouvemens convulsifs de reparoître avec intensité. (Voyez le *premier compte rendu à la classe des sciences physiques et mathématiques*).

commodité, l'animal étoit renfermé dans un vase de verre, dont le fond étoit rempli d'une matière conductrice, telle que l'eau, par exemple, ou mieux encore des grains de plomb. Les choses étant ainsi disposées, on tira une étincelle de la machine électrique. La grenouille fut soudainement agitée par des mouvemens très-remarquables; ces mêmes mouvemens s'observoient, lorsque l'animal suspendu au fil de fer, n'étoit point contenu dans un vaisseau de verre; sur-tout, lorsque ses pieds communiquoient avec le sol, à l'aide d'un corps déférent. Cette expérience avoit été faite avec un conducteur isolé; on voulut voir ce qui arriveroit, en employant un conducteur non isolé. Le même fil fut en conséquence attaché aux gonds des portes d'un nombre déterminé des chambres, sans rien changer d'ailleurs au reste de l'appareil : quelques contractions se manifestoient, lorsqu'on dégageoit l'étincelle électrique; mais leur intensité étoit moindre que dans le cas précédent.

Directions diverses de l'influence électrique. Utilité des corps déférens.

On fit quelques recherches pour s'assurer si l'énergie de cette électricité pouvoit se répandre dans toutes les directions. On rangea donc circulairement autour du conducteur de la machine électrique, plusieurs conducteurs des nerfs. On suspendit à chacun de ces conducteurs, une grenouille préparée; c'étoit un spectacle curieux de voir tous ces animaux agités par des contractions simultanées,

aussitôt qu'on tiroit l'étincelle électrique. Il est bon d'ajouter que ces contractions s'effectuoient avec plus d'énergie, toutes les fois que les pieds des grenouilles étoient pourvus d'un corps déférent, ainsi que dans la précédente expérience, et que ce corps déférent se prolongeoit jusqu'à terre.

Corps déférens appliqués aux muscles. Tentatives pour interrompre le passage de l'électricité.

Cette utilité des corps déférens ajoutés aux pieds des grenouilles, inspira le desir d'examiner si la seule application de ces mêmes corps aux muscles de l'animal, pourroit susciter des contractions; et on appella *conducteur des muscles* les fils dont on se servit pour cet objet. De quelque façon qu'on cherchât à exciter les mouvemens, ils n'avoient pas lieu lorsque le conducteur des nerfs manquoit ou qu'il étoit intercepté par des matières vitrées ou résineuses. On essaya d'arrêter le cours de l'électricité par un autre procédé : on mit une grenouille préparée sur un plan cohibant, et on disposa le fil de fer de façon à l'éloigner des nerfs ou de l'épine médullaire, de la distance de plusieurs lignes, même d'un pouce. Malgré cette précaution, les membres de l'animal ne laissèrent pas de se contracter, aussitôt que l'étincelle fut partie. Les contractions eurent également lieu, lorsqu'on plaça la grenouille sur un plan déférent, et que les nerfs furent situés sur un plan cohibant, à la même distance de leur conducteur. Il n'y eut aucun changement dans ce résultat, soit que le conducteur

fût très-court, soit qu'il fût d'une certaine étendue.

L'électricité par influence se transmet à travers la propre substance des conducteurs.

On n'oublia pas de rechercher si cette électricité, quelle que soit sa nature, se portoit dans les muscles de l'animal, en parcourant librement, non la surface de ces conducteurs, mais la propre substance de ces corps. On couvrit en conséquence le fil de fer à l'exception de ses deux extrêmités, d'une matière cohibante, comme par exemple, de cire d'espagne ou de poix-résine. On fit partir l'étincelle électrique, et les contractions furent provoquées comme si le *conducteur des nerfs* eût été parfaitement libre.

Conclusions que Galvani tira de ces premières expériences.

D'après tous ces essais souvent répétés, le professeur de Bologne crut non seulement pouvoir attribuer à l'électricité, le phénomène des contractions musculaires des grenouilles, mais pouvoir en outre, jusqu'à un certain point, déterminer les loix auxquelles cette électricité est subordonnée. En effet, ces mouvemens observés paroissoient être en raison directe de l'intensité de l'étincelle et des forces de l'animal, de l'étendue des conducteurs des muscles, et principalement de ceux des nerfs; mais ils suivoient la raison inverse des distances du conducteur de la machine électrique. Ces mouvemens de contraction sont pareillement plus considérables, lorsque l'animal est placé sur

la même table que la machine électrique, mais que la table est enduite d'une substance huileuse ou résineuse, ou lorsque la grenouille éloignée de la table, repose sur un plan cohibant. Galvani ajoute néanmoins qu'il y a certaines limites, dans les élémens de cette proportion. C'est ainsi, par exemple, que lorsqu'on a trouvé l'étendue du conducteur des nerfs nécessaire pour l'accomplissement du phénomène, si celle-ci est diminuée, les contractions de l'animal ne diminuent point au même degré, mais cessent entièrement. Dans le cas contraire, si on accroît cette étendue du conducteur des nerfs, les mouvemens musculaires croissent aussi, mais seulement jusqu'à un certain degré, au-delà duquel ils ne sont plus susceptibles d'augmentation.

Expérience tentée avec le quarré-magique.

Cette faculté de l'étincelle pour exciter les contractions musculaires, inspira à Galvani le desir d'examiner si la flamme électrique qui s'échappe du quarré de Franklin lorsqu'on le décharge, ne parviendroit pas à susciter des contractions plus intenses encore. Il rapporte lui-même dans son commentaire, que ce ne fut pas sans étonnement qu'il vit qu'aucune commotion ne se manifestoit dans les muscles de la grenouille préparée (1);

(1) *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius.*

mais il est évident qu'il devoit s'attendre à un semblable résultat. Il se passe ici un phénomène analogue à celui d'une batterie électrique, près de laquelle on voudroit procéder à l'expérience : l'électricité positive de l'intérieur ne pourroit exercer son activité qu'à l'extérieur de cette même batterie, et les grenouilles ne se ressentiroient pas plus de son déchargement, que l'électromètre le plus sensible qui, quelque rapproché qu'il fût de l'appareil, n'en seroit pas pour cela affecté.

Expériences faites avec l'électricité négative.

Jusqu'ici on n'avoit expérimenté que sur l'électricité condensée ou positive ; il restoit à voir si on obtiendroit un semblable résultat avec l'électricité raréfiée ou négative. C'est pourquoi Galvani et ses aides commencèrent par isoler la machine électrique et un homme. Celui-ci tenoit un cylindre de fer, dont on approchoit des grenouilles préparées et armées de leurs conducteurs : ces animaux étoient placés sur un plan de verre, afin qu'ils ne pussent recevoir aucune électricité des corps voisins ; alors l'individu isolé qui tournoit la machine, tiroit des étincelles des corps voisins avec le cylindre de fer, ce qui étoit suivi des contractions musculaires, comme lorsque la machine n'étoit point isolée. On expérimenta d'une autre manière : on plaça le conducteur des nerfs à une certaine distance de la face négative d'une bouteille de Leyde, et on tiroit en même temps des étincelles

de

de chacun des lobules; ils ont un diamètre plus étendu à l'endroit où ils s'abouchent avec eux, qu'à l'endroit où ils s'insèrent eux-mêmes dans de plus grands rameaux. Quant à l'origine précise de ces conduits, il n'étoit pas aisé de la découvrir. Galvani ayant pratiqué plusieurs sections au parenchyme du rein, apperçut dans quelques lobes et vers leur milieu, un point rouge qu'il prit pour l'orifice d'un vaisseau sanguin d'où on eût cru voir s'échapper un nombre infini de ces petits conduits, qui tantôt se terminoient au-delà de ce point, tantôt se portoient jusqu'à la circonférence du lobe, comme du centre du rayon à la périphérie. Souvent ce vaisseau sanguin se dirigeoit selon la longueur du lobe, et paroissoit donner naissance à d'autres tuyaux distribués selon ce même ordre. Ces divers conduits paroissoient être continus avec ceux qui rampoient sur la superficie des lobes. Tout ceci, du reste, ainsi que l'observe le savant professeur de Bologne, exige des recherches ultérieures entreprises principalement sur les grands oiseaux. Si on acquiert sur cette matière les éclaircissemens désirés, il en résultera peut-être une certaine lumière, pour le mode de secrétion de l'urine chez les autres animaux.

Personne n'avoit décrit encore avec assez d'exactitude les vaisseaux émulgens. Ils sont disposés dans les volatiles, d'une manière différente que dans les *Vaisseaux émulgens.*

quadrupèdes. Galvani les injecta à l'aide d'un syphon, pour mieux suivre leur trajet et leurs divisions. Après cette préparation, il vit d'abord les lobules des reins, qui sont communément planes, devenir proéminens à la superficie. L'artère aorte descendante envoyoit de l'un et de l'autre côté et en angle droit, une branche mince dans le premier lobe de cet organe, branche qui lui fournissoit des rameaux encore plus petits. Un peu plus bas étoit une autre branche d'un plus grand diamètre, qui s'inséroit dans le second lobe, et qui, parvenue vers son milieu, se divisoit en deux rameaux en angle aigu, dont l'un parcouroit les parties supérieures des reins, l'autre les inférieures. On la voyoit ensuite descendre le long de l'épine dorsale, et lorsqu'elle étoit arrivée vers la fin du second lobe, elle donnoit les artères iliaques qui, après avoir parcouru obliquement la superficie des reins, sortoient hors du ventre, et se convertissoient en artères crurales. Mais dans le trajet que les iliaques suivoient sur la surface des reins, après avoir passé sous les uretères, on les voyoit engendrer deux autres rameaux qui leur étoient perpendiculaires; l'un étoit supérieur, l'autre inférieur. Ce dernier qui appartenoit au troisième lobe, se sous-divisoit en trois.

La veine cave descendante, paroît, à la vérité, au-dessus de l'aorte; mais elle n'observe pas la même route que ce vaisseau, comme dans les quadrupèdes. Elle l'abandonne presque dans le premier lobe,

et se divise beaucoup plutôt en veines iliaques, qui descendent le long du bord du premier lobe. Lorsque ces branches arrivent vers le sommet de ce lobe, elles se partagent en trois rameaux dont les deux internes appartiennent aux reins, et sont proprement les veines émulgentes, tandis que l'autre rameau externe s'échappe hors de la cavité abdominale, pour aller constituer la veine crurale. L'une des émulgentes suit le bord externe du second lobe, l'autre parcourt le milieu de sa surface : celle-ci paroît plus courte dans le rein droit ; elle passe sous l'artère iliaque pour s'enfoncer dans la propre substance du viscère. Dans le rein gauche au contraire, elle s'avance sur l'artère iliaque, et se divise en deux, pour se distribuer dans tout le dernier lobe. On voit ce vaisseau parvenu à l'extrémité de ce dernier lobe, se replier de manière à rencontrer l'autre émulgente, et à ramper sur elle. Il émane de chacune d'elles des ramifications qui se portent çà et là dans la substance du rein. On sent, du reste, selon la remarque de Galvani, que le trajet, les directions et les divisions de ces vaisseaux, doivent varier selon les différentes espèces de volatiles.

Nerfs qui se distribuent à la substance du rein.

Les reins des oiseaux reçoivent aussi des nerfs ; mais les uns traversant en grand nombre la substance des reins, d'autres s'y dispersant en divers sens, il n'est pas aisé de les suivre dans leur

marche, et d'établir avec exactitude l'endroit où ils commencent et celui où ils se terminent.

Uretères des volatiles; leur origine et leur trajet.

Pour completter le travail que nous venons d'exposer, Galvani devoit nécessairement entreprendre d'exactes recherches sur l'un des organes les plus importans de l'appareil urinaire des oiseaux; je veux parler des uretères. Ce sont deux conduits membraneux et transparens, dans lesquels l'urine séparée de ses nombreux canaux excrétoires, est déposée comme dans un réservoir commun, pour être ensuite charriée jusqu'à la partie de l'intestin rectum communément désignée sous le nom de *cloaque*. On les voit d'abord très-minces, naître à l'extrémité du premier lobe, descendre ensuite à travers la substance du viscère, en augmentant sensiblement de diamètre, jusqu'à l'angle formé par les deux émulgentes. Parvenus à cet angle, ils sortent du rein, et rampent en droite ligne sur sa superficie, au milieu, et entre les deux vaisseaux dont je viens de faire mention (1). Après avoir

(1) Il paroît que cette disposition n'est pas la même dans l'Autruche, dont les reins d'ailleurs, ainsi que nous l'avons déja vu dans l'une des notes précédentes, sont diversement conformés que dans les autres oiseaux. Dans cet animal moitié quadrupède, les uretères ne sont pas couchés et apparens sur la face externe des reins, mais entièrement cachés dans leur substance. (Voyez *les Mémoires pour servir à l'histoire des animaux*).

abandonné cet organe, ils continuent leur marche dans l'intérieur de l'abdomen, et décrivant une courbe, ils viennent s'insérer obliquement dans l'extrémité inférieure du rectum, comme dans la vessie des quadrupèdes. Ici les membranes de l'intestin sont d'un tissu plus lâche, et par une sorte de prévoyance de la nature, servent de valvules, pour empêcher l'urine de refluer dans le rein.

Membranes qui entrent dans la composition des uretères.

Les uretères parurent à Galvani, composés de trois tuniques. La plus extérieure étoit une cellulosité très-mince, commune aux autres viscères de la cavité abdominale; venoit ensuite une membrane plus consistante, remplie de vaisseaux et de petits filamens inordonnés dans leur distribution; la troisième, plus épaisse encore que la précédente, étoit de la même couleur que la membrane musculaire des intestins. Notre observateur la fit macérer dans l'encre, et l'ayant étendue sur du verre, l'examina attentivement avec la lentille. Il crut y appercevoir des fibres musculaires, disposées parallèlement selon la longueur des uretères. Cette membrane sembloit être réunie à une autre, dont Galvani ne crut pas devoir faire mention, parce qu'elle n'étoit pas assez apparente. Il ne voulut point imiter ces anatomistes inconsidérés, qui trop pressés de découvrir, se hâtent de confirmer tout ce qu'ils soupçonnent.

La face interne des uretères des oiseaux étoit

Face interne des uretères. Mouvement contractile de ces organes.

sillonnée dans le sens de sa longueur; on n'y remarquoit point de rides transversales comme chez les quadrupèdes; elle étoit enduite d'un mucus propre à émousser l'acrimonie de l'urine. Galvani voulut s'assurer si ces organes jouissoient de la faculté contractile; pour s'en convaincre, il ouvrit l'abdomen à des poussins vivans, et ayant doucement écarté les intestins, il fixa attentivement ses regards sur les uretères; il avoue lui-même que ce ne fut pas sans un plaisir inexprimable, qu'il vit ces organes manifester un mouvement péristaltique et antipéristaltique. L'urine étoit transportée alternativement des reins vers l'anus, et de l'anus vers les reins; ce n'est qu'après avoir été balottée plusieurs fois dans ce canal, qu'elle étoit enfin déposée dans l'extrémité du rectum.

Conjectures sur le mouvement contractile des uretères.

Ce mouvement extraordinaire ne se montra pas d'une manière uniforme dans les nombreux volatiles que Galvani soumit à la dissection; et peut-être faut-il tenir compte de l'influence des tourmens endurés par l'animal dans cette cruelle expérience. Toutefois, ainsi que le remarque ingénieusement notre observateur, il seroit très-possible que cette contraction qui s'opère successivement en sens opposés, ne dut point être attribuée à la violence que l'on exerce, et qu'elle eut même un but déterminé dans l'ordre des loix de l'organisation. En effet, l'urine chez les oiseaux est tellement

disposée à se concréter, que le moindre repos suffiroit pour la rendre solide, et la nature a voulu qu'elle fût constamment dans un état de fluidité. C'est même pour obvier en quelque sorte à cet inconvénient, qui deviendroit funeste à leur économie, que cette humeur excrémentitielle ne se décharge point dans une vessie, mais qu'elle est immédiatement portée dans le cloaque pour être plutôt éliminée du corps.

Telles étoient les conjectures de ce grand homme; ne pourroit-on pas les étendre, en recherchant la destination ultérieure de cette substance saline qui se trouve en si grande quantité dans l'urine des oiseaux? La base calcaire passe avec les produits excrémentitiels de la digestion, parce qu'elle doit servir à la formation de l'enveloppe extérieure de l'œuf; d'une autre part, cette substance se trouvant en moindre proportion dans la charpente osseuse des oiseaux, remplit ainsi les vues de la nature, qui a dû les rendre plus légers en les organisant pour les espaces de l'air.

Lumières que peut fournir la dissection des organes intérieurs des volatiles.

C'est ainsi que Galvani procédoit à la plus digne étude du philosophe, en recherchant dans les ressorts intérieurs de ces êtres aussi singuliers qu'intéressans, les raisons physiques des facultés et des qualités merveilleuses de leur instinct. C'est ainsi qu'il s'éclairoit sur la meilleure méthode de classification, et sur la marche de la nature, en suivant

par un examen attentif cette longue série de modifications, qui paroît s'étendre depuis l'aigle qui plane et respire au milieu des tempêtes, jusqu'à l'autruche pesante de la Lybie, privée de la prérogative du vol, et réduite à la condition des quadrupèdes sur les sables brûlans qu'elle habite. En ne considérant même les oiseaux que sous le premier point de vue, que d'attraits n'offrent-ils pas à la curiosité d'un homme qui pense et médite sur ce qu'il apperçoit ! La variété de leurs mœurs s'explique souvent par la différence de leur organisation ; et il n'est peut-être pas une de leurs habitudes, dont l'anatomie la plus scrupuleuse ne puisse venir à bout de nous révéler les causes et le motif.

Galvani entreprend l'anatomie des sens des oiseaux, et publie un mémoire sur le sens de l'ouïe.

Mais Galvani n'avoit pas seulement dirigé son génie observateur vers les fonctions internes des volatiles ; il avoit formé le projet d'écrire la physiologie complette de leurs sensations. Après l'organe de la vue que la nature a, pour ainsi dire, travaillé davantage chez des animaux destinés à vivre dans les régions immenses de l'air, et à franchir les limites de nos continens, il n'en est pas qui soit chez eux plus finement et plus délicatement tissu que celui de l'ouïe. De-là vient sans doute ce plaisir inexprimable, qu'ils semblent éprouver aux accords variés de nos instrumens ; de-là vient qu'ils sont eux-mêmes si propres à l'harmonie,

et qu'ils charment journellement et à l'envi nos solitudes mélancoliques, par des concerts qui rivalisent les modulations de la voix humaine. Les effets de la mélodie sur leurs affections les plus tendres, sur leurs plaisirs les plus doux, prouvent assez que ce sens est dans le systême de leur économie, aussi énergique que compliqué.

Galvani s'étoit donc particulièrement occupé de l'oreille des volatiles. Membre zélé de l'institut de Bologne, il avoit soumis durant trois années consécutives ses découvertes aux lumières de cette compagnie, lorsque le célèbre Scarpa fit paroître ses observations anatomiques sur la fenêtre ronde et le tympan secondaire. Il dut voir avec étonnement dans cet ouvrage, la plupart des faits qu'il avoit annoncés, et qu'il croyoit lui appartenir en propre; ce n'est pas du reste la seule fois que des savans séparés par des distances plus ou moins considérables, et se livrant néanmoins à des recherches analogues, sont arrivés aux mêmes résultats. Rien peut-être ne concourt davantage au progrès de nos connoissances. Plusieurs hommes, habitant des lieux différens, et s'appliquant à de semblables objets, en éclairent bien mieux le sujet de leurs communes expériences. Ce que l'un effleure, l'autre presque toujours l'approfondit; et c'est ainsi que la science s'achève et se complette. Quoi qu'il en soit, Galvani renonça dès-lors au projet qu'il avoit conçu, de publier un grand

ouvrage sur cette matière. Il se contenta de consigner dans un court mémoire, plusieurs remarques qui ne se trouvent point dans le livre de Scarpa.

Méat auditif externe de l'oreille des oiseaux.

Notre anatomiste fixe d'abord son attention sur le méat auditif externe, qui est peu profond, et dont le diamètre peut augmenter et diminuer d'une manière remarquable, dans les divers mouvemens des muscles qui s'y portent. Dans l'homme, cette mobilité, moindre à la vérité, est produite par le condyle de la mâchoire inférieure. La figure du méat auditif des oiseaux, est variable; il est le plus souvent hémisphérique, et son centre aboutit à la membrane du tympan; avantage qui supplée vraisemblablement à celui de la longueur et de la flexuosité de ce même conduit, chez les quadrupèdes (1).

---

(1) Vicq-d'Azyr qui s'occupoit de l'anatomie des oiseaux dans le même temps que Galvani, avoit publié avant lui un très-intéressant Mémoire où ce méat est décrit avec la sévère exactitude que ce grand observateur apportoit dans toutes ses recherches. (Voyez *les Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1778). Ce qu'il y a d'abord de très-remarquable dans ce méat; c'est la structure particulière, et l'arrangement symmétrique des plumes dont il est environné. Ces plumes se composent d'une série régulière de filets longs et grêles, égaux en longueur des deux côtés. On peut voir particulièrement avec quelle élégance elles sont disposées; dans certains Oiseaux-Mouches, dans le Cotinga, l'Alouette de Cayenne, la Tourterelle des bois,

C'est Galvani qui le premier a découvert dans les volatiles, un canal qu'on peut comparer avec l'aqueduc de falloppe chez l'homme; canal qui renferme non seulement une artère provenant de la carotide externe, et que personne avant lui n'avoit indiquée; mais en outre, un rameau nerveux analogue à la portion dure du nerf auditif. Canal analogue à l'aqueduc de falloppe.

Il est aussi le premier qui ait communiqué à ses collègues de l'Institut de Bologne, des observations sur cette cavité osseuse qu'il désignoit sous le nom d'*anti-vestibule*, et qui contient dans son fond la fenêtre ovale et la fenêtre ronde. Ses recherches multipliées dans différentes espèces d'oiseaux, tant sur cette cavité, que sur la *porte* qui y donne accès (1), lui avoient démontré qu'elles avoient l'une et l'autre très-peu d'étendue dans quelques volatiles, et surtout dans les ramiers, qui d'après le rapport des Cavité osseuse, désignée par Galvani sous le nom d'*anti-vestibule*.

---

le Roitelet, l'oiseau du Paradis à gorge dorée, etc. Quelquefois aussi ces plumes manquent entièrement, et les régions externes et latérales de la tête sont nues comme dans l'Autruche et le Cazoar. Pour ce qui est du conduit auditif même, la description qu'en donne Vicq-d'Azyr est absolument analogue à celle de Galvani, quoique ces deux savans n'aient pas eu connoissance des travaux l'un de l'autre.

(1) Galvani appelloit *Porte* de l'anti-vestibule, l'entrée de ce tube osseux qui a été fort bien décrit dans l'ouvrage que nous avons déjà cité de Scarpa.

chasseurs, ont le sens de l'ouïe très-obtus. Il a fait pareillement mention d'un trou particulier recouvert d'une membrane très-mince, qu'il avoit constamment trouvé dans la partie postérieure de l'*anti-vestibule*, et qu'il envisageoit comme une troisième fenêtre (1).

Remarques de Galvani sur l'osselet de l'ouie des oiseaux, sur ses muscles et ses ligamens.

L'apophyse latérale supérieure de l'osselet unique de l'ouïe, est plus courte et plus large que l'apophyse inférieure. Elle se recourbe et se joignant avec l'apophyse antérieure beaucoup plus prolongée, elle forme un petit anneau cartilagineux. Les deux apophyses latérales sont assez distantes de la membrane du tympan, ce qui donnoit lieu de présumer au professeur de Bologne, qu'elles n'étoient point destinées à en opérer la tension, comme dans l'homme et les quadrupèdes. Il attribuoit cette fonction à deux muscles qu'il avoit soigneusement observés; l'un s'insère par un tendon à l'apophyse supérieure de l'osselet, et se divise en plusieurs filamens qui se répandent sur toute la membrane du tympan, comme pour la rendre plus forte et plus propre à renvoyer les sons; l'autre tirant l'osselet en bas et en dehors, tend non seulement la membrane du tympan, mais encore celle de la fenêtre cochléaire. Quant au ligament

(1) Il désignoit en effet ce trou sous le nom de *fenêtre* de l'antivestibule.

supérieur de l'osselet, on voit que sa substance tendineuse chez la plupart des volatiles, est en grande partie cartilagineuse chez beaucoup d'autres, surtout chez ceux qui sont avancés en âge. Les deux ligamens qu'on apperçoit aux apophyses latérales, offrent une substance à peu près analogue.

Description de la corde du tympan.

Muni d'une lentille très-fine, Galvani a pu voir dans toute son étendue le trajet de la corde du tympan; ce filet nerveux prend supérieurement son origine de la portion dure du nerf auditif, avant que cette branche sorte de l'aqueduc; il se replie inférieurement auprès de la petite apophyse latérale de l'osselet, s'avance ensuite transversalement vers le corps du même osselet, embrasse sa base, parvient enfin à l'os jugal, se prolonge sur son angle curviligne, y adhère, se porte en dernier lieu sur la paroi opposée du tympan et sort de cette cavité.

Remarques sur le labyrinthe membraneux des oiseaux. Rameau du nerf auditif qui se distribue au limaçon.

Le labyrinthe des oiseaux est tapissé dans son intérieur par une membrane épaisse, dure et transparente. Le professeur de Bologne remarqua dans le canal qui tient la place du limaçon, une cloison à deux lames de consistance cartilagineuse. C'est dans la duplicature de cette zone, qu'un rameau du nerf auditif s'avance sans subir aucun changement jusqu'au sommet du conduit dont nous venons de parler. Parvenu à cet endroit, il s'y déploie en un pinceau de forme élégante, dont les filets de longueur et

de grosseur diverses, sont tous libres et flottans dans la lymphe de Cotunni. Autour de ce pinceau on apperçoit une autre petite bande membraneuse, blanche et pulpeuse, n'ayant aucune connexion avec les filamens déjà décrits, et qu'on prendroit aisément pour une substance médullaire.

Porte du vestibule.

A la base du limaçon est une ouverture que Galvani désignoit sous le nom de *porte* du vestibule, à cause de la communication qu'elle établit entre ces deux cavités. Elle est fermée par un ou deux renflemens nerveux qui offrent une texture membraneuse et qui servent comme de cloison.

Canaux demi-circulaires. Manière dont les nerfs et les vaisseaux s'y distribuent.

Notre célèbre anatomiste admira sur-tout la grandeur des canaux demi-circulaires; dans quelques oiseaux de proie, ils sont plus considérables que dans l'homme, le bœuf et le cheval (1). Leur figure varie dans les différentes espèces de volatiles. Dans les

---

(1) Vicq-d'Azyr ayant disséqué avec beaucoup de soin l'organe de l'ouïe de l'Autruche, dont la structure singulière et bizarre présente à la fois les caractères du quadrupède et de l'oiseau, a trouvé que les canaux demi-circulaires étoient beaucoup plus étroits, et beaucoup moins développés, que dans les autres volatiles, qui, comme il le dit lui-même, vivant au centre d'une sphère bien plus étendue, ont besoin que leurs conduits auriculaires soient plus ouverts et plus vibratils. (Voyez *les Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1778).

canards, par exemple, ils forment plutôt un arc elliptique, que semi-circulaire. Mais dans chacune des cavités de ces canaux, il existe d'autres renflemens nerveux provenant de ceux du vestibule. Leur aspect diffère beaucoup du pinceau qui s'apperçoit au sommet du limaçon ; car ils ne projettent aucun filament : c'est simplement une substance partout molle, pulpeuse et uniforme. Le labyrinthe a enfin une artère dont aucun anatomiste n'avoit parlé avant Galvani. C'est un assez gros rameau, provenant de la carotide, et qui s'introduit dans sa cavité par un trou particulier et constant, situé près de la racine du plus grand des trois conduits que je viens de mentionner.

S'il est permis d'établir quelques conjectures, d'après l'inspection anatomique de l'ouïe des oiseaux, on doit présumer, ou que les perceptions qui nous viennent par ce sens, s'exécutent d'une manière uniforme sur toutes les parties de l'organe auditif, quoique ces parties soient différemment conformées, ou que des sensations diverses se confondent pour n'en produire qu'une seule, ou qu'enfin chacune des portions dont se compose l'appareil acoustique a des sons qui lui sont spécialement appropriés. Pour ce qui est de la dernière de ces opinions, si elle étoit fondée, il y auroit lieu de présumer que le limaçon joue le principal rôle dans la sensation de l'ouïe, puisque

Conjectures sur le siége principal de l'ouïe.

l'élégant pinceau nerveux dont il se couronne, est plus compliqué, et répondroit par ses filets variés, à une plus grande variété de tons. Or, aucun de ces filets n'allant se perdre dans la membrane pulpeuse qui tapisse l'intérieur du labyrinthe, et ne contribuant à en former le tissu, il est vraisemblable que le siége de l'ouïe n'est point dans cette membrane, ainsi que plusieurs anatomistes l'ont observé pour l'homme et les quadrupèdes, mais que ce sens réside uniquement dans le pinceau du limaçon et dans les productions nerveuses qui remplissent les canaux demi-circulaires.

Résultats des travaux de Galvani sur l'organe de l'ouïe des oiseaux.

D'après le simple exposé de ces travaux et de ces vues, il est aisé de juger que Galvani avoit déja soupçonné relativement au siége de l'ouïe, ce que les découvertes postérieures ont confirmé. Il avoit en outre présenté à ses savans collègues de l'Institut de Bologne, d'autres considérations non moins curieuses, sur ce sens particulier des volatiles. Il avoit remarqué le premier que cet organe chez les oiseaux réunit la perfection à la simplicité de structure; que s'il est dépourvu à l'extérieur de quelques parties accessoires, la nature y supplée à l'intérieur, par un grand développement de cellules communicantes qui environnent l'appareil acoustique (1), par l'étendue des conduits

(1) On peut voir dans le bel ouvrage publié par les professeurs Cuvier et Dumeril, la description des cavités demi-circulaires,

de la face chargée ou pourvue d'électricité positive. Les grenouilles préparées n'éprouvoient pas moins de fortes agitations convulsives : ces agitations avoient lieu aussi, quoique le conducteur des nerfs fût un peu distant de la face externe de la bouteille de Leyde, lors même que le fil-de-fer étoit renfermé dans un tube de verre, et l'animal posé sur un plan cohibant, si l'extrémité du tube dont il s'agit, communiquoit avec la face externe de la bouteille de Leyde. Même résultat encore, soit qu'on tirât l'étincelle de la bouteille de Leyde, dans le temps qu'on la chargeoit, soit après; soit qu'on tirât l'étincelle dans le lieu où la bouteille étoit chargée, soit ailleurs et loin de la machine électrique. Il n'y avoit non plus aucune mutation dans le phénomène remarqué, lorsque les grenouilles étoient armées non seulement d'un conducteur des nerfs, mais encore d'un conducteur des muscles. On varia l'expérience ainsi qu'il suit : on situa une grenouille préparée sur la surface supérieure du quarré magique, vers laquelle se portoit l'électricité de la machine électrique ; on tiroit ensuite une étincelle de sa face inférieure, soit que la machine tournât, soit qu'elle fût en repos. Dans l'un et l'autre cas, les contractions ne manquèrent pas de se manifester. Il est vrai qu'elles avoient lieu plus rarement dans le dernier de ces cas.

Les mêmes expériences faites avec l'électrophore de Volta.

Les phénomènes observés jusqu'à présent, n'avoient eu lieu que par l'intermède et le secours de la machine électrique; quoique d'après les notions acquises sur les loix et les fonctions de l'électrophore, Galvani dût présumer qu'il en obtiendroit des résultats analogues, il ne laissa pas de recourir à cet autre moyen de communiquer l'électricité. En effet, dans une carrière aussi neuve, la simple probabilité ne pouvoit lui tenir lieu de certitude, et chaque vérité devoit être saisie par l'expérience : il tira en conséquence une étincelle de ce nouvel instrument. Les contractions se manifestèrent dans les muscles de la grenouille, mais avec moins d'intensité et à des distances très-petites; ce qui s'explique encore très-bien par la sphère d'activité, moins étendue, que l'on reconnoît à l'électrophore (1).

Galvani cherche à intercepter le cours du fluide électrique qui agit sur l'animal ou sur ses conducteurs.

Galvani essaya d'intercepter la circulation du fluide, qui s'échappoit du globe conducteur de la machine électrique, et d'empêcher son influence,

(1) Galvani fit à cette même époque une expérience supplémentaire, dont il est superflu d'exposer les détails, parce qu'elle rentre absolument dans les précédentes. Il approcha des conducteurs de l'animal l'électromètre de Volta, dont les vibrations n'indiquoient point le trajet d'une électricité animale à travers les conducteurs, ainsi qu'il le pensoit, mais trouvoient leur unique cause dans l'influence de l'électricité commune.

soit sur l'animal, soit sur ses conducteurs. Il enferma une grenouille préparée dans un vaisseau de verre : il pratiqua ensuite un trou à un mur, près lequel se trouvoit une machine électrique, et y fit passer un tube de verre. On adapta, par le moyen d'un gluten, l'orifice du vaisseau à cette ouverture, en sorte que le conducteur des nerfs passant par le tube de verre, pût communiquer dans la chambre voisine. L'étincelle fut à peine tirée du globe conducteur de la machine électrique, que les mouvemens musculaires se déclarèrent. On disposa l'animal et son conducteur d'une manière inverse, c'est-à-dire, qu'on plaça le conducteur dans le vase où étoit d'abord l'animal, et l'animal où étoit d'abord le conducteur : l'expérience se fit de la même façon que la précédente, et eut le même résultat (1).

Le professeur de Bologne imagina dès-lors une petite machine plus commode encore pour remplir ses vues. Elle pouvoit être située à différentes distances de la machine électrique, et on pouvoit renfermer dans son intérieur, non seulement l'animal, mais encore le conducteur des nerfs et des muscles. Elle se compose de deux vaisseaux de verre appliqués l'un sur l'autre. Le vaisseau supérieur contient le conducteur des nerfs, qu'on

(1) Dans cette expérience, la circulation du fluide électrique n'étoit point empêchée ; elle étoit tout au plus affoiblie.

peut former avec des grains de plomb. On introduit dans le vaisseau inférieur l'animal avec de semblables grains de plomb, qui peuvent faire l'office de conducteurs des muscles, attendu que l'animal y est appuyé par ses pieds. Ce dernier communique avec le conducteur des nerfs qui se trouve dans le vaisseau supérieur, à l'aide d'un fil de fer auquel il est suspendu par la moëlle épinière. Ce fil de fer passe à travers le bouchon de liége du vase supérieur, etc. Quand on dispose cet appareil, et qu'on applique le vase supérieur sur le vase inférieur, il faut prendre garde qu'il ne s'échappe des grains de plomb; et comme l'air est bien plus perméable à l'électricité que le verre, on adapte très-exactement l'un à l'autre, les orifices des deux vaisseaux, en les soudant avec un mélange de cire et de térébenthine, de manière cependant à pouvoir les séparer et les réunir à volonté. Galvani fit poser cet appareil sur la même table que la machine électrique; et, à une certaine distance du conducteur de cette machine, il fit tirer une étincelle; non seulement les mêmes mouvemens eurent lieu dans les muscles de l'animal, mais ils furent en outre plus violens. Il raconte lui-même qu'à ce spectacle, il eût été d'abord tenté de renoncer à la première opinion où il étoit, que l'électricité du conducteur influoit sur les mouvemens musculaires, s'il n'y avoit été ramené d'abord par les expériences qu'il avoit faites en

premier lieu, ensuite par le soupçon qu'il conçut, que le phénomène devoit être attribué à l'électricité de la face interne du verre, agissant sur l'animal et ses conducteurs, dans le même temps qu'on tiroit l'étincelle. Des expériences subséquentes, et sur-tout les mouvemens de l'électromètre introduit dans la machine, changèrent ce doute en certitude (1).

Pour retirer des éclaircissemens plus utiles des divers essais que je viens d'exposer, il restoit à les faire sur les animaux vivans. Galvani opéra en conséquence sur le nerf crural, non en le prenant près du ventre, ce qui eût pu occasionner la mort de la grenouille, mais dans la cuisse. Après l'avoir séparé des parties contiguës, et l'avoir éloigné des muscles, il y appliqua le conducteur; et lorsqu'on faisoit partir l'étincelle, des contractions étoient suscitées dans la jambe correspondante. Ces contractions étoient pourtant moindres que chez les animaux morts.

Expériences tentées sur les grenouilles vivantes.

Dans toutes les expériences précédentes, les animaux communiquoient par le moyen de l'air ambiant avec l'appareil électrique. On recherch

Interception et suppression de l'air ambiant dans les expériences.

(1) Il y avoit sans doute dans ce cas la même influence électrique; mais il y avoit de plus augmentation de l'effet, par rapport à l'augmentation de l'armature intérieure, à l'aide des grains de plomb.

donc s'il n'y auroit pas une différence dans le résultat, en interceptant d'abord cette communication, et en la supprimant ensuite tout-à-fait. On plaça donc le petit appareil de Galvani dont j'ai déjà parlé, ainsi que l'animal et ses conducteurs, sous un vaisseau de verre, dans un lieu peu éloigné de la machine électrique. On provoqua alors le dégagement d'une étincelle. Des mouvemens de contraction eurent lieu comme de coutume. On couvrit ce vaisseau de verre d'un autre vaisseau plus grand, et celui-ci d'un autre plus grand encore. On fit partir de nouveau une étincelle : mêmes contractions; mais elles étoient d'autant plus foibles que le nombre des vaisseaux superposés étoit plus considérable, et les parois de ces vaisseaux épaisses. Galvani chercha ensuite à interrompre toute communication entre l'animal et la machine électrique. Il plaça son appareil sous le récipient pneumatique, et à quelque distance de la machine électrique. Le vaisseau supérieur étoit perforé, afin que l'air pût en être extrait par des pompemens réitérés; au moment où on tiroit l'étincelle, soit que l'air fût soutiré ou non, on obtenoit des contractions, mais très-différentes. On observa pareillement de fortes agitations dans les muscles de l'animal, lorsqu'on approcha le conducteur des nerfs du conducteur de la machine électrique ou de l'électrophore, même sans le concours de l'étincelle.

L'idée de répéter ces expériences sur les animaux à sang chaud se présentoit naturellement. Galvani choisit pour cet objet, des poulets et des brebis. Les résultats furent constamment analogues à ceux obtenus chez les animaux à sang froid. Ici on prépare le nerf crural d'une autre manière. On le coupe et on le sépare habilement de toutes les parties qui l'avoisinent. On y applique ensuite le conducteur, et faisant partir l'étincelle électrique, le phénomène des contractions ne tarde pas à se manifester.

Expériences faites sur les animaux à sang chaud.

Les essais nombreux du professeur de Bologne parurent lui démontrer qu'en général parmi les animaux vivans, les plus propres à manifester les mouvemens de contraction, sont ceux dont l'âge est plus avancé, ainsi que ceux dont les muscles sont les plus blancs. De-là vient sans doute que les agitations convulsives sont toujours plus fortes, plus énergiques, et peuvent se prolonger plus longtemps dans les animaux à sang froid que dans les animaux à sang chaud. Au surplus, on doit croire aussi que la préparation de l'animal influe singulièrement sur la réussite des expériences. J'ajouterai à cette remarque de Galvani, un fait particulier auquel les physiologistes ne me semblent pas avoir donné assez d'attention; c'est que l'irritabilité des grenouilles n'est pas la même dans tous les pays, phénomène qui a dû souvent introduire

Conditions particulières qui donnent plus d'intensité aux mouvemens de contraction.

des changemens dans les résultats obtenus par les savans qui se sont occupés de ces recherches dans les différentes contrées de l'Europe.

De l'influence de l'électricité atmosphérique sur le mouvement musculaire.

Après ces premières découvertes sur l'influence de l'électricité artificielle, rien ne paroissoit plus intéressant que de rechercher si l'électricité de la foudre produiroit les mêmes effets sur les mouvemens musculaires. Notre illustre expérimentateur montra ici autant de courage que de sagacité. Il osa établir un conducteur atmosphérique sur le lieu le plus élevé de sa maison. A ce conducteur tenoit un fil métallique qui descendoit jusque dans sa chambre. Durant l'orage, il suspendit à ce fil métallique, au moyen de leurs nerfs, des grenouilles ou des cuisses d'animaux à sang chaud préparées. Il attacha enfin aux pieds de ces animaux, un autre conducteur ou fil métallique très-long, qui alloit se perdre dans un puits. Tout se passa absolument comme dans l'électricité artificielle. Lorsque des éclairs s'échappoient du sein de la nue, les membres de l'animal étoient soumis à des contractions violentes qui précédoient le bruit du tonnerre, et en étoient, pour ainsi dire, le signal. Ces contractions avoient lieu, quoiqu'il n'y eût point de conducteurs des muscles, quoique le conducteur des nerfs ne fût point isolé, etc. Elles croissoient en raison de l'intensité des éclairs et de la proximité du nuage orageux. Le phénomène se

manifestoit, soit que l'animal fût en plein air, soit que pour plus grande commodité, on l'eût renfermé dans un vase ou dans une chambre; il se manifestoit aussi, malgré que les nerfs fussent éloignés de leur conducteur, sur-tout lorsque les éclairs étoient violens, et jaillissoient à une distance peu considérable, à peu près comme dans l'électricité artificielle, où les contractions des muscles de l'animal sont en raison de l'énergie et du voisinage des étincelles. Il est pourtant digne de remarque qu'il ne s'excitoit pas seulement une seule contraction, comme lorsqu'on tiroit l'étincelle électrique, mais qu'il y avoit plusieurs contractions qui se succédoient rapidement et au même instant, et dont le nombre sembloit répondre aux éclats réitérés du tonnerre. Elles n'étoient pas seulement provoquées par les éclairs; mais elles naissoient, toutes les fois que le ciel étoit orageux, ou que des nuages chargés d'électricité passoient sur le conducteur des nerfs. Ces expériences furent entreprises sur les animaux vivans aussi bien que sur les animaux morts; et dans les deux cas, on obtint des résultats semblables à ceux qui avoient été présentés par l'électricité artificielle (1).

---

(1) On remarqua néanmoins cette légère différence : on a déjà vu que les grenouilles préparées et renfermées avec leur conducteur dans la machine de verre de Galvani, se contractoient vivement à chaque dégagement de

Expérience de Galvani sur les lueurs phosphoriques qui se dégagent dans un temps serein.

Lorsque Galvani se fut assuré de l'analogie parfaite qui existe entre l'électricité atmosphérique et l'électricité artificielle, relativement à leurs effets sur les mouvemens musculaires, il passa à une expérience curieuse, qu'il seroit important de répéter. Il chercha à apprécier l'influence de ces lueurs particulières qui se manifestent sans orage dans quelques soirées de l'été, et sur la nature desquelles les physiciens ne sont point encore d'accord. Il arma en conséquence des grenouilles d'un conducteur atmosphérique, et ne put parvenir à susciter des contractions, soit que ces éclairs ne soient pas réellement de l'électricité, soit qu'ils s'échappent de la nue à une trop grande distance de l'appareil qui contient l'animal préparé.

De l'influence des métaux sur le mouvement musculaire.

J'arrive à la plus intéressante époque des travaux et de la gloire de Galvani. Quelle que soit l'impor-

---

l'étincelle, quoiqu'elles fussent séparées par un certain intervalle du conducteur de la machine électrique; mais le même effet n'avoit pas lieu, lorsque l'éclair s'échappoit du nuage. Le professeur de Bologne présumoit que, dans ce cas-ci, le conducteur atmosphérique ne communiquoit à l'appareil où les grenouilles étoient contenues, que peu ou point d'électricité; il appuyoit sa conjecture sur ce que les mouvemens de contraction manquent aussi lorsqu'on opère avec la machine électrique, si, au lieu de placer le même appareil de verre, près de la machine électrique, on se contente de le poser à l'extrémité de son conducteur, assez distante de la machine elle-même.

tance des faits dont j'ai présenté le tableau fidèle, on a vu qu'ils venoient se ranger comme d'eux-mêmes sous des loix connues et déjà approfondies de la physique moderne. J'ai dû néanmoins les retracer avec étendue, parce qu'ils ont conduit notre expérimentateur à cette série de phénomènes merveilleux et ignorés jusqu'alors, dont je vais entreprendre le récit. On s'étonne sans doute qu'il ait fallu pour y arriver, tant de tentatives préliminaires. C'est ainsi que l'esprit humain est souvent condamné à languir dans les routes battues de la science, avant d'atteindre les plus précieuses découvertes. Il semble que la nature veuille nous démontrer à chaque instant le prix inestimable de la vérité, par les efforts sans nombre qu'elle exige de l'homme, avant qu'il parvienne à la conquérir.

Galvani avoit pendu aux barreaux de fer qui environnoient une terrasse située sur sa maison, quelques grenouilles armées de crochets métalliques à leur épine médullaire. Il observa plusieurs fois que leurs membres éprouvoient des secousses convulsives, soit que le ciel fût orageux, soit qu'il fût serein. Il attribua d'abord cet accident aux variations qui surviennent dans l'électricité atmosphérique. Il s'occupa alors du soin d'examiner les effets de ces variations sur le mouvement musculaire pendant un certain nombre de jours et à différentes heures; mais à peine apperçut-il le plus léger

mouvement dans les animaux qu'il avoit disposés pour cet objet. Déterminé par un sentiment d'impatience, il commença à comprimer les crochets métalliques dont les grenouilles étoient armées contre les barreaux de fer de la balustrade, pour voir si, par ce procédé, il exciteroit des contractions qui seroient modifiées par les divers états de l'électricité de l'air. Il remarqua effectivement quelques mouvemens de contraction; mais ces mouvemens n'avoient aucun rapport avec les changemens qui survenoient dans l'atmosphère.

La même expérience faite dans un air clos.

Toutefois il fut tenté de les attribuer à l'électricité atmosphérique accumulée dans l'animal, et qui s'en échappoit rapidement par le contact des métaux contre les barreaux de fer de la balustrade; car, ainsi que le dit lui-même ce savant immortel, rien n'est plus facile que d'errer dans les expériences, et l'on croit toujours voir et trouver ce que l'on desire. Il transporta donc les grenouilles dans une chambre très-bien fermée; il la situa sur un plan de fer, pressa contre ce plan le crochet métallique dont elle étoit armée, et il observa encore des mouvemens analogues à ceux du cas précédent. Mettant en usage d'autres métaux, il répéta l'expérience en divers lieux, à des heures et à des jours divers; il ne remarqua aucun changement dans les effets, si ce n'est que les contractions varioient en intensité suivant la nature des métaux employés. Il

songea aussi-tôt à faire ses essais avec des corps peu ou point déférens, comme le verre, les résines, les gommes, les pierres, les bois secs, etc. Alors il ne survint pas de contractions dans les muscles de la grenouille, ce qui fit soupçonner à Galvani qu'il pourroit bien y avoir une électricité propre et inhérente au système des animaux.

Contractions excitées à l'aide d'une bassine d'argent.

Ce soupçon augmenta encore par l'idée qui lui vint, que le fluide nerveux passe des nerfs aux muscles par une loi analogue à celle que suit l'électricité artificielle dans la bouteille de Leyde. Voici l'expérience qui le conduisit à cette idée : lorsqu'il tenoit d'une main une grenouille préparée, et à l'aide du crochet métallique fixé à son épine médullaire, de manière que l'animal touchât par les pieds le fond d'une bassine d'argent, et que de l'autre main, il frappoit avec un corps, le fond où les parois latérales de cette même bassine, les muscles de la grenouille s'agitoient par des convulsions violentes, ce qui se renouveloit, toutes les fois qu'on avoit recours au même procédé. Galvani fit alors tenir, par un autre que lui, la bassine d'argent, pendant qu'il continuoit à toucher lui-même avec un métal la bassine d'argent. Dans ce cas-ci, les contractions manquèrent. Il s'avisa alors de tenir d'une main la grenouille, et de donner son autre main à celui qui frappoit la bassine d'argent. Ce ne fut pas sans un grand plaisir, qu'il vit les contractions se rétablir,

pour cesser de nouveau, lorsque les mains des deux expérimentateurs n'étoient plus unies. Les contractions cessoient pareillement, lorsque Galvani interceptoit la circulation du fluide électrique, en donnant à tenir à son voisin un corps cohibant, tel qu'un cylindre de verre. Mais si au lieu d'user d'un corps cohibant, il prenoit un cylindre de métal, il rétablissoit la chaine et les contractions recommençoient.

Emploi successif d'un arc déférent et d'un arc cohibant.

Pour mettre ce phénomène dans une plus grande évidence, il étendit la grenouille sur un plan résineux, et se servant alternativement d'un arc cohibant et d'un arc déférent, il touchoit avec une extrémité de cet arc le crochet fixé à l'épine médullaire de la grenouille, et de l'autre extrêmité il touchoit les cuisses ou les pieds du même animal. L'arc déférent provoqua les contractions; il fut impossible d'en obtenir avec l'arc cohibant. Il est manifeste que l'arc dont on se sert dans cette expérience, remplit les fonctions du plan métallique dont il a été question plus haut, et contre lequel étoit comprimé le crochet fixé à l'épine médullaire de la grenouille; de-là vient que les contractions n'avoient pas lieu lorsque l'animal étoit situé sur quelque plan cohibant; c'est ce que confirme l'observation qui suit : toutes les fois que l'expérimentateur tient la grenouille suspendue par l'extrêmité d'une de ses jambes, et que le

crochet métallique dont l'animal est armé, touche à un plan d'argent, tandis que l'autre jambe touche ce même plan, on voit cette dernière s'élever, s'abaisser, se relever encore à la manière d'un pendule électrique, ce qui frappe d'étonnement le spectateur.

Emploi de deux arcs, dont l'un touche les nerfs, et l'autre les muscles.

On suscite des contractions analogues, souvent même plus énergiques, lorsqu'au lieu d'un arc, on en emploie deux, qu'on dispose de manière qu'ils touchent par une de leurs extrêmités, l'un les nerfs, l'autre les muscles de l'animal, tandis que les deux extrêmités restantes s'approchent et se joignent au gré de l'expérimentateur. Ce qu'il y a ici de remarquable, c'est que l'électricité qui provoque les muscles à des mouvemens de contraction, n'est épuisée ni par le contact des mains qui tiennent l'un et l'autre arc, ni par l'approche réitérée des arcs contre les parties animales.

De l'influence des métaux homogènes ou hétérogènes sur le phénomène des contractions.

Galvani croyoit qu'il étoit important d'employer des métaux différens pour la réussite du phénomène que nous indiquons. Si l'arc, le crochet et le plan sont d'une substance métallique homogène, dit-il, les contractions manquent. Si les armatures des nerfs et des muscles varient par leur nature, les contractions sont vives et prolongées (1). On aura le même

(1) Galvani a eu postérieurement occasion de faire beaucoup d'expériences sur l'hétérogénéité des métaux,

résultat, si, divisant en deux parties la surface d'un plan cohibant, on couvre l'une d'une lamine d'étain, et l'autre d'une lamine de cuivre.

---

et nous ne manquerons pas d'en parler dans le cours de cet Éloge. Son neveu Aldini, physicien d'une grande sagacité, a prouvé un des premiers, qu'un seul métal suffit pour susciter le phénomène de la contraction. *Première expérience*. Il compose son appareil avec des plateaux de verre. Ces plateaux sont placés l'un au-dessus de l'autre, et unis par un tube de verre servant de support au plateau supérieur. Cela ainsi disposé, le nerf crural d'une grenouille préparée comme à l'ordinaire, est situé sur le plateau supérieur, tandis que le plateau inférieur soutient un muscle de la cuisse de la même grenouille. Pour susciter des contractions, dit Aldini, il suffit de faire couler du mercure par le tube du plateau supérieur, sur le plateau inférieur. Ce métal sert alors d'arc conducteur entre le nerf et le muscle. On a le même résultat en employant des vaisseaux de bois. *Deuxième expérience*. Elle consiste à se procurer d'abord un siphon à deux branches, dont l'une est étroite, et l'autre a au moins six fois plus de largeur. Les bords de cette seconde branche figurés en entonnoir, contiennent les cuisses d'une grenouille, tandis que dans la première branche, l'expérimentateur place la moëlle épinière du même animal. On verse ensuite du mercure dans cette même branche, et des mouvemens convulsifs se déclarent, à proportion que le mercure monte dans l'entonnoir. *Troisième expérience*. Soit un plateau rempli de mercure; suspendez sur ce mercure la cuisse d'une grenouille préparée; faites descendre doucement sur ce métal, la moëlle épinière de l'animal qui tient au nerf

Il étoit conséquent de rechercher, si les contractions observées résultent de deux électricités différentes, la positive et la négative. Les phénomènes de l'électricité ne peuvent en effet s'expliquer que par une réparation d'équilibre entre ces deux électricités contraires. Il n'étoit pas naturel de penser que ces deux sortes d'électricité fussent cachées dans un seul et même métal. Il restoit à examiner, si elles se trouvoient dans l'animal. Galvani adapta

Recherches de Galvani pour déterminer si le phénomène des contractions résulte de deux électricités contraires. Expériences tentées dans différens milieux.

---

sciatique, et qu'on soutient en l'air avec un fil très-sec, et aussi-tôt on obtiendra l'effet galvanique.

M. Pfaff a, ce me semble, très-bien éclairci cette question : il établit pour la condition la plus générale de l'action galvanique, un arc composé de trois corps différens, tous les trois conducteurs de l'électricité, dont un au moins contient de l'eau, les deux autres étant ou deux métaux hétérogènes, ou deux métaux homogènes, mais différens par quelque qualité accidentelle, comme par leur poli, leur température, etc. Il suffit encore que ces deux corps soient de la classe de ceux qui contiennent du métal, comme quelques oxides et sulfures, ou de ceux qui contiennent du charbon, quoique homogènes, pourvu qu'ils diffèrent également par quelqu'une de leurs qualités accidentelles. On peut enfin employer l'un de ces derniers corps avec un métal, ou avec une substance quelconque conductrice de l'électricité, comme le sang, les alcalis, les acides, etc. Un arc composé de deux parties du même nerf, et d'une partie humide, est déjà un arc galvanique efficace. En recourbant un nerf sur lui-même, il y a action galvanique. Dans ce cas, le plus simple de tous,

à un cylindre de verre, un arc de cuivre recouvert d'un feuillet d'argent; tenant ensuite le cylindre de verre avec la main, il approcha l'arc de l'animal; les contractions ne laissèrent pas de se manifester. Il n'avoit jusqu'ici expérimenté qu'en plein air; il voulut voir ce qui arriveroit en plongeant l'animal dans l'eau; aussitôt qu'il eut approché les deux extrêmités de l'arc, l'une du crochet métallique, l'autre des pieds de la grenouille, les contractions eurent lieu comme à l'air libre. Cette expérience même offroit ceci de particulier, qu'il suffisoit de toucher avec l'arc, ou tout autre corps déférent, le crochet fixé à l'épine médullaire de l'animal, pour susciter des contractions. Galvani présuma dès-lors que l'eau remplissoit une fonction

---

il faut considérer le nerf comme composé de deux morceaux différens qui se touchent, et entre lesquels il y a encore un troisième corps hétérogène qui est l'humidité. Entre ces trois corps qui forment un arc galvanique, il y a toujours un courant galvanique qui parcourt tout ce qui constitue essentiellement cet arc. M. Pfaff a consigné dans son ouvrage beaucoup d'expériences qui prouvent qu'un seul métal ou corps métallique en servant de conducteur du nerf aux muscles, produit les contractions; que si elles ne paroissent plus dans ce cas, l'irritabilité étant déjà un peu affoiblie, elles se montrent de nouveau, si l'on soumet un morceau d'éponge mouillée au nerf, et si l'on rétablit une communication entre ce morceau et les muscles, par ce même métal ou sulfure ou oxide métallique, etc.: *über thierische elektricität und reizbarkeit.*

analogue à celle des arcs. Il plongea en conséquence la grenouille dans l'huile, au lieu de la mettre dans l'eau; mais, cette fois, il n'obtint aucun mouvement de contraction, ce qui le confirma dans sa conjecture (1).

De ces observations, Galvani crut pouvoir conclure que ces deux sortes d'électricité se trouvoient

Siége particulier des deux électricités contraires, d'après l'opinion de Galvani.

(1) Personne n'a plus varié les expériences à ce sujet que le célèbre Humboldt, et il résulte de ses recherches, que la différence des milieux n'a pas une action marquée sur les phénomènes du galvanisme. L'appareil galvanique placé sous l'eau, le sang, l'acide muriatique, l'alkool, etc. (excepté l'huile), développe des mouvemens de contraction, analogues à ceux qui s'observent dans l'air atmosphérique. On a le même résultat, lorsqu'on cherche à produire des irritations musculaires dans des gaz artificiels, tels que le gaz oxigène, le gaz azote, le gaz nitreux, le gaz acide carbonique, etc. Il a cru néanmoins entrevoir que les effets galvaniques augmentoient légèrement, lorsqu'il expérimentoit dans le gaz acide muriatique oxigené, et qu'elles diminuoient au contraire dans le gaz hydrogène carboné. Mais il est probable, ainsi que le présume Humboldt, que ce phénomène particulier est relatif à quelque modification survenue dans le système sensible et irritable de l'animal (*versuche ueber die gereizte muskel und nerven-faser. I. Theil.*). Il en est de même des légères différences que l'illustre physicien Aldini a cru remarquer entre les contractions qui survenoient dans l'air condensé, et celles qui avoient lieu dans le vide.

dans l'animal ; que l'une résidoit dans les muscles et l'autre dans les nerfs, ou que toutes deux résident également et dans les nerfs et dans les muscles. Il s'attacha donc à rechercher soigneusement le véritable siége de cette électricité, et sur-tout quelle étoit la nature de celle des nerfs. Il approcha alternativement un cylindre de verre et un cylindre de cire d'Espagne de la moëlle épinière de quelques grenouilles récemment préparées. Avec le premier, il n'obtint aucun mouvement ; avec le second, il suscita des contractions, même à la distance de quatre ou plusieurs lignes, toutes les fois que le dos de l'animal étoit recouvert d'une feuille d'étain. Au lieu de recourir au cylindre de verre, il approcha l'animal préparé du plateau de la machine électrique, après l'avoir tourné plusieurs fois, pour voir si une plus grande quantité de matière électrique exciteroit plus facilement des mouvemens de contraction. Mais l'expérience eut le même résultat que celle qui avoit été tentée avec le cylindre de verre. Les muscles restèrent immobiles. Puisqu'on ne peut expliquer ces effets et ces mouvemens qu'en admettant deux électricités contraires, l'électricité des nerfs est donc positive. Galvani s'appliqua ensuite à faire des essais pour exciter des contractions dans les muscles ; mais il ne put y parvenir : d'où il présumoit que le siége du fluide électrique étoit dans les nerfs (1). Il recommença alors ses

(1) M. Pfaff a prouvé par une série d'expériences, que

recherches sur ces derniers organes. Il fit avec la cire d'Espagne les mêmes expériences, qu'il avoit faites précédemment avec la machine électrique. Le phénomène des contractions se manifesta avec des circonstances analogues, mais avec moins d'intensité.

Influence de l'étendue des surfaces des armatures, sur l'intensité des contractions musculaires.

Pour découvrir la nature de l'électricité, rien ne lui parut convenable que d'en augmenter considérablement la proportion. Conduit par l'analogie, il arma d'un feuillet métallique, les nerfs où l'électricité paroissoit dominer davantage. Par cet artifice, les contractions devinrent infiniment plus énergi-

le fluide galvanique ne réside pas essentiellement dans les organes de l'animal, que les nerfs aussi bien que les muscles, n'ont aucun privilége en cela sur les parties humides en général. Il établit son opinion sur l'expérience qui suit : en soumettant au nerf crural un morceau d'éponge humectée, en appliquant les deux métaux hétérogènes, par exemple, le zinc et l'argent, à cette éponge, de sorte que le nerf se trouve au milieu (entre les deux métaux) il y aura contraction en fermant l'arc galvanique par le contact réciproque des deux métaux. Ici néanmoins les métaux ne touchent aucune partie animale, et il y a pourtant action galvanique. Cette même action se manifeste, toutes les fois que deux excitateurs, dont l'un est appliqué à un morceau d'éponge soumis aux nerfs, et l'autre à un morceau d'éponge soumis aux muscles, sont mis dans un contact réciproque; et pour prouver que, dans ce cas, les éponges mouillées ne servent pas simplement comme conducteurs du fluide électrique des nerfs,

ques (1). Il parvenoit à les exciter même sans arc (2), et en appliquant contre l'armature des nerfs, un corps quelconque déférent ou cohibant, pourvu toutefois que les animaux fussent récemment préparés, et qu'ils fussent doués d'une grande vitalité (3). Il

---

mais qu'elles servent elles-mêmes à développer ce fluide, M. Pfaff a varié ses expériences, de manière à donner un résultat entièrement décisif. Voyez plus en détail son Ouvrage : *über thierische elektricität und reizbarkeit.*

(1) Les Commissaires de l'Institut national ont procédé à quelques expériences sur cet objet, et ils ont constamment trouvé un rapport manifeste entre la force des convulsions de l'animal et l'étendue des moyens de communication (*voyez le compte rendu à la classe des sciences physiques*). Mais M. Pfaff avoit très-bien observé, le premier, que ce n'est pas la grandeur de la surface de l'armature du nerf, mais la grandeur de la surface de l'armature des muscles, qui augmente l'intensité de l'effet : *über thierische elektricität und reizbarkeit.*

(2) Humboldt a aussi excité des mouvemens sans chaîne avec un corps déférent, mais non avec un corps cohibant : toutes les expériences des autres physiologistes sont en contradiction avec ce fait; et il paroît qu'un arc déférent est toujours la condition de l'action galvanique. On doit espérer néanmoins que ces phénomènes, mieux éclaircis, seront un jour ramenés à la loi générale.

(3) Humboldt pense que les substances animales récentes sont quelquefois environnées d'une sorte d'atmosphère conductrice imperceptible à nos sens, dont l'énergie et l'étendue sont en raison inverse du temps depuis lequel ces parties ont été séparées de l'animal (voyez le Tom. I

arma du même feuillet métallique le cerveau mis à nu et la moëlle épinière, et se servant de l'arc comme à l'ordinaire, il provoqua des contractions qu'auparavant il n'eût pu obtenir sans un semblable procédé. Galvani voyant combien l'application du feuillet métallique sur les nerfs, étoit utile pour augmenter l'intensité des contractions, voulut voir de quel effet cette même application seroit suivie sur les muscles; mais dans ce cas les agitations furent nulles ou presque imperceptibles. Cet accroissement extraordinaire des contractions par l'application d'un feuillet métallique, se manifestoit même sans la dénudation préalable de la moëlle épinière, sans que le dos de l'animal fût encore

---

de son très-bel ouvrage : *versuche ueber die gereizte muskel und nerven-faser*). Cet ingénieux et savant physicien a sur-tout très-bien apprécié l'influence particulière de l'incitabilité sur le succès de l'expérience; et il a montré que c'est souvent à son défaut, qu'il faut attribuer l'absence des mouvemens de contraction. Il a plus fait : il a ranimé cette faculté éteinte dans l'animal épuisé, soit en mettant de la chair fraîche sur le nerf, soit en immergeant les parties dans de l'acide muriatique oxigéné ou dans des dissolutions alkalines; mais, comme l'a déjà remarqué M. Pfaff, et comme j'ai eu occasion de m'en convaincre moi-même d'après des expériences que j'ai faites avec ce dernier, il est présumable qu'ici l'acide muriatique oxigéné et toutes les dissolutions alkalines qu'on emploie, font partie de la chaîne galvanique.

privé de ses muscles. On observoit des mouvemens jusques dans l'intérieur du ventre, spécialement dans l'endroit d'où sortent les nerfs. A la place du feuillet métallique, Galvani se servit avec un égal succès de l'amalgame électrique, soit en aspergeant le nerf avec cette poudre, soit en armant ce même nerf d'un trochisque composé avec cette poudre et l'huile.

Examen des divers degrés de la propriété conductrice dans les différentes substances employées à l'expérience.

Après quelques autres recherches sur le véritable siége de l'électricité dans le système animal, Galvani continua d'examiner les rapports de cette électricité avec l'électricité commune. Il voulut voir si elle ne se frayoit pas plus aisément un passage à travers quelques corps déférens, qu'à travers d'autres. Son soupçon se confirma. Il s'assura, par exemple, qu'elle se transmettoit avec plus de rapidité par les substances métalliques que par les substances ligneuses; que parmi ces premières, l'or et l'argent ont une propriété conductrice supérieure à celle du plomb et du fer, sur-tout si ce dernier est rouillé. Cette propriété conductrice électrique, observée dans les corps solides, s'observe aussi dans les corps fluides; c'est ainsi que les liqueurs aqueuses sont perméables à l'électricité, avantage que n'ont pas les liqueurs huileuses (1).

---

(1) Plusieurs savans, et Humboldt en particulier, ont

Rien n'étoit plus intéressant à approfondir que cette faculté conductrice ou cohibante, en la suivant dans les différentes parties de l'animal. L'expérience démontre que toutes donnent un libre passage à l'électricité, sans doute à cause de leur humidité. Qu'on place, par exemple, des fibres musculaires, des membranes, etc. récemment disséquées sur un plan de verre; qu'on les adapte à des nerfs préparés et armés; qu'on appuye ensuite une extrémité de l'arc sur ces parties, tandis que l'autre extrémité touchera les muscles, on verra survenir des contractions, comme si cette extrémité de l'arc eût été appliquée aux nerfs. On aura le même résultat, si on dispose les choses, pour ainsi dire, en sens inverse; si, par exemple, au lieu d'adapter ces parties aux nerfs, on les adapte aux muscles, et qu'une des extrémités de l'arc atteigne les nerfs. Cet effet du reste n'a point lieu, lorsque les parties ne sont point récemment disséquées, et qu'elles ont été desséchées par l'air. On peut ajouter que le phénomène ne se manifeste pas seulement, lorsque les organes ont été ainsi artificiellement disposés, mais même lorsqu'ils sont encore dans l'animal, et dans la situation qui leur est

Propriété conductrice des différentes parties de l'animal.

---

fait des recherches sur les meilleurs conducteurs de l'action galvanique, comparativement à l'action de l'électricité. Ils ont cru y voir des différences essentielles; mais ces différences semblent vouloir disparoître depuis quelques expériences plus modernes.

naturelle. Si donc on approche une extrémité de l'arc des nerfs isolés et armés, tandis que l'autre sera appuyée sur une partie quelconque du corps qui réponde néanmoins aux muscles, lesquels répondent eux-mêmes aux nerfs armés, on suscite des contractions, tout aussi bien que si l'extrémité de l'arc étoit immédiatement appliquée sur la propre substance des muscles. Une expérience qui paroissoit plus surprenante, est la suivante : après avoir préparé une grenouille d'après le procédé ordinaire, et armé son dos d'une lame métallique, les membres de l'animal sont divisés et séparés l'un de l'autre par le scalpel, de manière cependant que chaque membre reste joint au nerf qui lui appartient. On applique alors une extrémité de l'arc sur l'épine vertébrale, et l'autre aux muscles ou au pied d'une des cuisses qui viennent d'être séparées. Il se manifeste aussi-tôt des contractions dans cette même cuisse. Mais si l'on réunit artificiellement les deux membres coupés, ensorte qu'ils se touchent mutuellement, et qu'on applique alors l'arc de la même manière et à la même cuisse, les muscles des deux cuisses entrent en contraction. La même chose arrive, lorsqu'on fait la section du canal vertébral en deux parties, et selon son axe, et qu'après avoir séparé les deux portions, ainsi que les nerfs qui correspondent à chacune d'elles, on les réunit de nouveau par le même artifice que dans le cas précédent ; enfin, le même phénomène survient encore

sur le tronc entier de l'animal, si, après l'avoir écorché, et l'avoir divisé de haut en bas, on réunit artificiellement les deux fragmens du corps (1).

Quel nouvel ordre de phénomènes vient de s'offrir à nos regards? Quel agent secret, mis en jeu par l'application magique des corps conducteurs, fait cesser le repos et rappelle le mouvement dans des portions de l'animal qui appartiennent à la mort? C'est, en général, une des grandes jouissances de l'esprit humain, de se rendre compte de ce qu'il voit, et d'en tirer des conséquences hardies; chaque découverte importante a pour cortége une multitude de systêmes plus ou moins ingénieux

Des théories qui suivent les découvertes nouvelles.

(1) Ces phénomènes semblent trouver aisément leur explication dans l'humidité commune aux deux parties séparées de l'animal, et qui donne passage à la matière électrique; on doit espérer qu'ils jeteront quelque lumière sur la doctrine des sympathies. Galvani démontroit surtout l'énergie de ces correspondances nerveuses par l'expérience suivante : il préparoit les nerfs cruraux comme à l'ordinaire, et il laissoit dans leur intégrité et situation, l'épine médullaire, la tête et les membres supérieurs de l'animal. Il armoit alors ou le nerf crural ou la colonne vertébrale; il appliquoit l'excitateur sur l'endroit armé du nerf, et sur la jambe correspondante, et aussi-tôt des mouvemens convulsifs se manifestoient, non seulement dans les extrémités inférieures de la grenouille, mais dans les supérieures : les paupières et les autres parties de la tête entroient pareillement en contraction.

d'explication, qui tendent à rapporter à un seul principe tous les faits épars dont elle se compose. Souvent même l'homme, agité d'une inquiétude insurmontable, veut juger, par ce qu'il connoît, de ce qu'il ne connoît pas encore; et, impatient d'étendre ses conceptions, cherche à trouver dans son entendement, ce qu'il n'a pu lire dans la nature.

Opinion de Galvani sur la découverte qui a retenu son nom.

Galvani eut à peine publié ses premières expériences, que les plus célèbres physiologistes de l'Europe s'efforcèrent d'en co-ordonner les résultats par des théories ou des hypothèses (1). Le

(1) On peut classer en deux sections très-distinctes les auteurs qui se sont occupés de cette étonnante découverte; relativement aux idées théoriques qu'ils ont proposées: dans la première, se trouvent Galvani, Valli, Fowler, Humboldt, etc. qui n'y ont vu qu'un phénomène essentiellement dépendant des parties animales. Dans la seconde, doivent être rangés Volta, Pfaff, Crève, Ackerman, etc. qui n'ont considéré l'action galvanique que comme un phénomène général de la nature, non subordonné à la force vitale, et se manifestant uniquement par l'intermède de la fibre irritable et sensible. En effet, dit Galvani, les nerfs qui se distribuent aux différentes parties du système musculaire, et qui reçoivent ou charrient le fluide électrique, ont tous une origine commune qui est l'organe cérébral, et il n'est pas probable que ces organes qui varient tant par leur structure dans l'économie universelle des animaux, puissent être les organes secrétoires d'un fluide homogène, tel que celui qui est destiné à provoquer

professeur de Bologne crut lui-même avoir pénétré

---

les contractions musculaires. Dans les sciences physiques, les faits, sans doute, sont immuables; mais les hypothèses dont on se sert pour expliquer leur génération, varient à l'infini, et au gré de l'imagination des hommes qui les conçoivent. Nous allons rappeler briévement dans cette note les opinions les plus remarquables :

Opinion de Valli. Il adopte l'idée d'une électricité inhérente aux parties animales; mais néanmoins avec cette modification, que, d'après lui, l'intérieur des muscles est négatif, et l'extérieur positif; il rend raison de cet état électrique de l'intérieur, par l'action d'une force particulière des nerfs, dont il suppose gratuitement l'existence. Suivant lui, les nerfs ont la faculté de pomper l'électricité de la substance des muscles, et de la verser dans le cerveau. Cette faculté joue un rôle important dans l'économie animale; elle influe sur le mouvement volontaire, sur les phénomènes de la sensibilité, et les opérations intellectuelles. *Experiments on animal electricity with their application to physiology.*

Opinion de Fowler. Il cherche à réfuter la théorie électrique admise par Galvani; il essaie de prouver par plusieurs expériences, la grande influence du système vasculaire sur le phénomènes de la vie en général, principalement sur les mouvemens et les sensations; il conclut que la force productrice du galvanisme, qui, d'après lui, est aussi inhérente aux parties animales, et qu'il désigne par l'expression indéterminée d'*influence*, dérive du sang : ses explications sont absolument incomplettes. *Experiments and observations relative to the influence lately discovered by M. Galvani and commonly called animal electricity.*

Opinion de Humboldt. Ce célèbre physisien fonde sa

l'un des plus importans secrets de l'organisation et

---

théorie sur la présence d'un fluide particulier dans les organes, et sur son accumulation produite par les obstacles qui s'opposent à son dégagement. Il suppose que ce fluide ainsi rassemblé, circule plus aisément à travers les substances animales, qu'à travers les substances métalliques, et plus aisément à travers des métaux homogènes, qu'à travers des métaux hétérogènes. Or l'intensité des phénomènes galvaniques, dépendant toujours de la force des obstacles, elle doit nécessairement être proportionnée à l'hétérogénéité des métaux. *Versuche ueber die gereizte muskel und nerven-faser. I. Theil.*

Opinion de Pfaff. Il a réfuté, le premier, la théorie de Galvani. Il a cherché à prouver que cette idée, d'une électricité positive et négative dans l'intérieur et l'extérieur des muscles, n'est fondée sur aucun fait décisif; et que la plupart des phénomènes galvaniques ou sont inexplicables par cette théorie, ou lui sont directement opposés. En effet, le professeur de Bologne établit une circulation de l'électricité positive de l'intérieur des muscles à l'extérieur par le moyen des armatures ou d'autres conducteurs; et il croit que c'est par ce rétablissement de l'équilibre, entre l'intérieur et l'extérieur, par cette électricité positive qui est mise en mouvement et en action, que se produit la contraction. Toutes les expériences où les deux armatures sont appliquées au nerf seul, au nerf non humecté ou même desséché, et ne correspondent au muscle par aucun conducteur, sont, en quelque manière, contraires à l'hypothèse de Galvani. Les expériences sur les effets de la ligature des nerfs, sont autant d'objections contre cette théorie. Le nerf crural isolé étant lié au milieu, entre le bassin et la cuisse, et l'armature étant

de la vie. Il émit à ce sujet une opinion ingénieuse qui mérite d'être consignée dans son éloge, quoiqu'elle n'ait pas été confirmée par des essais

---

appliquée au-dessus de la ligature, les contractions naissent quand on touche avec un excitateur d'un autre métal, ou le nerf au-dessous de la ligature, ou les muscles et l'armature; et quand on forme de cette façon l'arc nécessaire au développement des contractions musculaires. Donc, dans ce cas-ci, la ligature n'intercepte pas la circulation de l'intérieur à l'extérieur, etc. M. Pfaff fait encore une autre objection à la théorie de Galvani : c'est la naissance des contractions aussi bien dans le moment où l'on forme l'arc galvanique, qu'au moment où on l'ouvre. Si les contractions s'excitent au moment où l'on établit une communication par l'arc galvanique entre l'intérieur et l'extérieur des muscles, et où l'on rétablit par cela même l'équilibre, on ne conçoit pas comment l'équilibre étant rétabli, l'effet se montre de même, quand on ouvre, le moment après, l'arc galvanique; et néanmoins c'est un effet constant. Il y a même des circonstances où l'effet est beaucoup plus fort, en ouvrant l'arc, qu'en le fermant, si toutefois on le mesure par la force des contractions. La théorie de Galvani n'explique pas non plus l'influence qu'exerce la diversité des armatures et la manière de les distribuer aux nerfs et aux muscles, sur l'apparition et l'énergie des mouvemens de contraction : elle ne rend pas raison des expériences faites sur les organes des sens, etc. Telles sont les objections principales faites par Pfaff, et auxquelles on a beaucoup ajouté, depuis que la masse des faits s'est agrandie par les efforts réunis des physiologistes : *über thierische elektricität und reizbarkeit.*

ultérieurs, parce qu'elle est un monument précieux de la sagacité de son esprit. On se plaît souvent à admirer l'éclat et la régularité de ces systêmes prématurés, enfans d'une imagination trop active, malgré l'imprudence qu'il y eut à les bâtir. D'après Galvani, tous les animaux jouissent d'une électricité propre et inhérente à leur économie, qui réside spécialement dans les nerfs, et par lesquels elle est communiquée au corps entier. Elle est secretée par le cerveau. La substance intérieure des nerfs (vraisemblablement la lymphe la plus atténuée) est douée d'une vertu conductrice pour cette électricité, et facilite son mouvement et son passage à travers les nerfs. En même temps, l'enduit huileux de ces organes, empêche la dissipation de ce fluide, et permet son accumulation. Galvani pense en second lieu, que les réservoirs principaux de l'électricité animale sont les muscles. Chaque fibre doit être considérée comme ayant deux surfaces, et comme possédant, par ce moyen, les deux électricités, positive et négative. Chacune d'elles représente, pour ainsi dire, une petite bouteille de Leyde, dont les nerfs sont les conducteurs. Le mécanisme de tous les mouvemens s'établit de la manière suivante : le fluide électrique est puisé et attiré de l'intérieur des muscles dans les nerfs, et passe ensuite de ces nerfs sur la surface extérieure des muscles, de façon, qu'à chaque décharge

de

de cette bouteille électrique musculaire répond une contraction, celle-ci étant l'effet du stimulus qu'exerce l'électricité.

Ce qui fortifioit Galvani dans sa conjecture, c'est l'analogie parfaite qu'il croyoit observer entre les phénomènes de la bouteille de Leyde, et les contractions des muscles. En effet, l'électricité s'échappe de trois manières de la bouteille de Leyde, par l'application d'un corps déférent sur son conducteur, par l'approche de l'arc, et par le dégagement de l'étincelle de la machine électrique. Pareille chose se passe dans les mouvemens de la grenouille préparée. Ces mouvemens ont lieu, ou par le contact du nerf armé qu'il faut considérer comme le conducteur du muscle, ou par l'application des deux branches de l'arc excitateur au nerf et au muscle, ou en provoquant la sortie de l'étincelle électrique. Ainsi que l'arc est l'instrument le plus convenable pour dégager l'électricité de la bouteille de Leyde, ainsi il est le moyen le plus efficace dont on puisse user, pour susciter les contractions. Ainsi que l'emploi de l'arc dégage difficilement l'électricité de la bouteille de Leyde, lorsque celle-ci n'est point munie d'un conducteur qui établisse une certaine distance entre la matière déférente contenue dans l'intérieur de la bouteille, et le corps excitateur, ainsi l'emploi de l'arc suscite avec difficulté les contractions, lorsque le nerf sur

Rapports observés entre les contractions musculaires et le phénomène de la bouteille de Leyde.

lequel porte une des branches de l'excitatenr, est disséqué trop près du muscle.

Si l'on a égard aux effets de la projection de l'étincelle, on trouve des traits de ressemblance bien plus remarquables entre le phénomène de la bouteille de Leyde, et le phénomène des contractions musculaires. En effet, d'après la remarque de Galvani, le faisceau lumineux qui, dans les ténèbres, brille au sommet du conducteur de a bouteille de Leyde, se manifeste toutes les fois que l'on dégage l'étincelle électrique, ainsi que les contractions musculaires dans la grenouille préparée. Lorsque ce même faisceau s'épuise et s'affoiblit, il renaît et reprend son éclat, si l'on applique à la surface externe de la bouteille de Leyde un corps déférent qui communique avec la terre. De même, si un corps déférent est semblablement appliqué au muscle, on voit les contractions des muscles auparavant foibles et languissantes, se renouveler avec intensité. Le faisceau lumineux se dégage, non seulement lorsque le conducteur de la bouteille de Leyde est situé vis-à-vis la machine électrique, mais encore lorsqu'il se trouve dans un lieu opposé. Or, un phénomène analogue se manifeste dans les mouvemens de contraction des animaux soumis à l'expérience.

Continuons à indiquer les autres points principaux de similitude. Si on place la bouteille de Leyde dans un vaisseau de verre recouvert au

dehors d'une lame de métal, le seul contact de ce vaisseau extérieur pendant qu'on tirera l'étincelle, suffira pour renouveler l'éclat du faisceau de lumière affoibli. De même aussi, lorsqu'une bouteille dans laquelle sera renfermé un animal préparé, aura été pareillement placée dans un vaisseau de verre recouvert d'une lame de métal, il suffit de toucher le vaisseau, pendant qu'on fait partir l'étincelle, pour que les contractions soient de nouveau provoquées, et redoublent d'intensité. Enfin, il est d'observation que le faisceau électrique disparoît, s'il n'y a point de conducteur établi depuis la surface interne, jusqu'à une certaine distance au-dessus de l'orifice; ou, si à ce conducteur on n'en ajoute un autre qui communique avec la surface externe de la bouteille; de même aussi, les contractions n'ont pas lieu, si le nerf n'est point à une certaine distance des muscles qui lui correspondent, ou si, malgré qu'il soit à une certaine distance, on ajoute à ce nerf un conducteur dirigé vers les muscles ou vers leur armature.

Quelques faits néanmoins semblent affoiblir ce parallèle; car ou les nerfs sont idio-électriques, et alors ils ne sauront faire office de conducteurs, ou bien il faut les considérer comme an-électriques. Dans ce dernier cas, comment pourront-ils contenir dans leur cavité, un fluide électrique, sans qu'il se répande vers les parties voisines, ce qui doit nécessairement affoiblir les contractions musculaires?

Cette difficulté paroît se détruire, lorsqu'on se représente les nerfs creux dans leur intérieur, ou formés d'une substance conductrice, tandis que leur extérieur se compose d'une substance huileuse, ou de telle autre propre à empêcher la propagation du fluide électrique. Cette structure supposée des nerfs ne rend pas seulement raison des phénomènes de l'économie animale; elle est conforme à ce que la chimie nous apprend sur la nature des nerfs. Ils paroissent en effet formés en grande partie d'une substance huileuse; ils donnent à la distillation beaucoup plus d'huile que les muscles; et au moyen de l'appareil des modernes, Galvani en a retiré une grande quantité d'air inflammable, qui répandoit même en brûlant une flamme plus vive, plus durable, que le même gaz retiré des autres organes de l'animal. Cette présence de l'hydrogène décèle jusqu'à un certain point la nature oléagineuse des nerfs.

Galvani applique sa théorie aux phénomènes pathologiques.

Lorsque dans l'étude des sciences, nous partons d'un faux principe, l'erreur nous attire souvent, et nous entraîne à travers les routes les plus séduisantes. Nous croyons marcher vers la vérité; mais quelque fertile que soit une théorie en applications ingénieuses, elle ne tarde pas à s'écrouler, si elle n'est appuyée sur des faits réels et incontestables. Tel a été le sort de celle de Galvani, quoiqu'il ait déployé pour la construire, toutes les ressources

de son génie inventif. Continuons néanmoins de le suivre dans les extensions principales qu'il a su donner à sa première hypothèse pour la recherche des causes des maladies. Les écarts d'un homme célèbre intéressent toujours, et sont des leçons pour la postérité.

Ses idées particulières sur la production des affections rhumatismales, de la sciatique nerveuse, des convulsions et du tétanos.

C'est ainsi qu'il s'attachoit à rendre raison de ces douleurs vives et prolongées, et de ces contractions musculaires si constantes qui s'observent dans les graves affections rhumatismales, et particulièrement dans la sciatique nerveuse, en les attribuant à des humeurs extravasées, qui stagnent autour de la surface des nerfs, et qui agissent non seulement par l'irritation qu'exerce leur présence, mais en fournissant au fluide électrique une espèce d'arc ou d'armature plus considérable (1). Il expliquoit, d'après les mêmes idées, ces convulsions fréquentes et souvent mortelles qui se déclarent, aussi-tôt que des liquides s'amassent, soit entre le cerveau et la pie-mère, soit entre cette membrane et la dure-mère, soit dans les ventricules du cerveau, soit enfin, entre la moëlle épinière et le canal vertébral, ou les nerfs et leurs propres enveloppes. Il pensoit aussi que ce phénomène pouvoit résulter

(1) Galvani appuyoit sa théorie sur la remarque faite par Cotunni, d'un fluide stagnant entre le nerf et l'enveloppe qui le revêt, dans la sciatique nerveuse.

des changemens qui surviennent dans les couches de matière cohibante, dont les nerfs sont, selon lui, environnés. Ces couches, d'après sa manière de voir, s'altèrent, ou en diminuant extraordinairement d'épaisseur, ou en se dépravant au point, que, de cohibantes qu'elles sont, elles deviennent en tout ou en partie différentes. On comprend alors comment le torrent électrique trouvant passage à travers cette matière auparavant imperméable, doit augmenter considérablement d'énergie, et produire, par ce mécanisme, de fortes et violentes contractions. C'est d'une manière à-peu-près analogue que s'engendre le tétanos. Il y a même ceci de particulier dans cette affection, que l'irritation d'un seul nerf suffit pour exciter une rigidité spasmodique dans l'universalité du système musculaire ; comme on le voit fréquemment à la suite de la piqûre d'un nerf. Dès qu'une fois ces mouvemens spasmodiques ont eu lieu, il suffit, pour les renouveler, que le lit sur lequel repose le malade, éprouve une légère secousse (1).

(1) Le professeur de Bologne prétend avoir obtenu des résultats semblables dans les animaux préparés pour ses expériences. Quoiqu'il n'eût appliqué l'arc excitateur que sur le nerf crural, il lui est souvent arrivé de provoquer des contractions musculaires dans tous les membres de l'animal, contractions qui se réitéroient à la moindre percussion du plan qui soutenoit la grenouille, ou même

Après avoir rendu compte de la manière dont s'opèrent les mouvemens musculaires dans certaines maladies, où leur force est extraordinairement augmentée, Galvani chercha à expliquer, d'après la même théorie, l'état absolument contraire, ou ce qui est la même chose, la perte absolue de la faculté contractile d'où résulte la paralysie. Il attribua cette dernière affection à l'interposition d'un corps non conducteur, lequel s'opposoit au passage du fluide électrique du muscle au nerf et du nerf au muscle. Or cet effet sera produit toutes les fois qu'une matière huileuse, ou toute autre matière cohibante, obstruera les nerfs ou les membranes qui les enveloppent, toutes les fois qu'une humeur âcre et corrosive aura altéré la propre texture du cerveau, et aura produit une congestion, etc. Le professeur de Bologne avoue pourtant qu'on ne peut expliquer de cette manière que les paralysies ou les apoplexies qui se forment lentement et par gradation : comment rendre raison de celles qui frappent soudainement

Cause prochaine de la paralysie, de l'apoplexie et de l'épilepsie.

quelquefois, sans aucune cause apparente. Mais il est évident que ce fait n'a pas été considéré sous son vrai point de vue, et qu'il a dû être le résultat de quelque agent méeanique universel, non apperçu par le physiologiste de Bologne. En effet, c'est, comme l'on sait, une loi constante de l'économie, que l'irritation exercée sur un nerf, ne se propage que de haut en bas.

et comme par un coup de foudre? Galvani rapproche pour cet objet les phénomènes apoplectiques ou épileptiques des effets obtenus par l'application artificielle de l'électricité des animaux, et y trouve la plus frappante analogie. Développons son opinion : si, par le moyen du conducteur de la bouteille de Leyde, on dirige l'électricité artificielle contre le cerveau, les nerfs ou la moëlle épinière d'un animal, celui-ci éprouve des convulsions plus ou moins fortes au moment de la décharge électrique. Il est frappé de paralysie, d'apoplexie, et enfin de la mort même, suivant que la bouteille est chargée d'une plus ou moins grande quantité de fluide électrique. Si donc de tels effets sont produits par l'électricité ordinaire, comment ne présumeroit-on pas, disoit Galvani, qu'un afflux précipité d'électricité animale vers le cerveau, puisse occasionner des accidens aussi funestes? L'intensité de ces accidens peut même être aggravée par un changement dans l'état de l'électricité atmosphérique.

On conçoit que la cause que nous indiquons, produira plus facilement et plus promptement ces effets, si elle attaque directement l'organe cérébral, que si elle agit uniquement sur les nerfs : ce qui, dans le premier cas, occasionne des maladies idiopathiques; dans le second cas, des maladies sympathiques. Dans l'un et l'autre cas, les symptômes

seront d'autant plus graves, que le fluide électrico-animal vicié s'accumulera avec plus d'abondance dans le système nerveux ou musculaire. Ces sortes de maladies sont beaucoup plus funestes chez les vieillards, à cause du desséchement qu'amène l'âge dans toutes les parties de leur système physique, mais sur-tout à cause du peu de fluidité de la substance oléagineuse des nerfs et du défaut de transpiration, à l'aide de laquelle l'économie se débarrasse non seulement de tout le superflu d'électricité animale, mais encore de tous les principes irritans qui peuvent la corrompre. La nature des saisons influe aussi beaucoup sur ces maladies qui sont beaucoup plus graves, lorsqu'il y a une plus grande somme d'électricité dans l'atmosphère. En effet, l'électricité est alors plus abondante chez les animaux, comme le prouvent les agitations violentes et réitérées qu'ils éprouvent. Si d'ailleurs dans ces circonstances, le fluide animal est déjà vicié par l'effet de l'âge, quel ravage ne peut-il pas produire, lorsqu'il se porte avec trop de violence et de rapidité vers la substance du cerveau (1)?

(1) Galvani appuyoit son hypothèse sur ce qui se passe chez les épileptiques au moment où ils vont avoir leurs accès. La plupart d'entre eux éprouvent alors comme un courant d'air qui leur monte de l'estomac, du bas-ventre, ou des extrémités inférieures vers le cerveau. Ils avertissent quelquefois les personnes qui les environnent, en

Opinion de Galvani sur le mode d'action des remèdes, et sur la manière d'administrer l'électricité.

Le professeur de Bologne pensoit que les bons effets qu'on retire de l'administration de divers remèdes dans les affections ci-dessus indiquées, même de l'application de l'électricité artificielle, doivent être rapportés à leur mode d'action sur le fluide animal, quel que soit le changement qui s'opère dans l'état de ce dernier. C'est donc, d'après ces vues, que le médecin doit diriger son traitement. Pour bien concevoir, par exemple, les diérentes manières d'agir de l'électricité sur le corps humain, il importe d'avoir égard à trois circonstances spéciales, savoir : celle où l'électricité artificielle agit promptement et avec violence, sur l'économie animale, comme dans l'expérience de la bouteille de Leyde ; celle où cette même électricité agit d'une manière lente et successive, et semble se combiner avec les fluides du corps humain, ce que l'on désigne sous le nom de *bain électrique* ; et enfin, celle où l'on retire de l'animal une quantité donnée d'électricité, comme lorsqu'on emploie l'électricité négative. Les mouvemens convulsifs dépendent presque toujours où d'une électricité animale viciée et exubérante, qui, sollicitée par des causes souvent très-légères, est entraînée vers le cerveau

---

sorte que, si on saisit l'instant favorable, et qu'on fasse une forte ligature à la jambe, très-souvent l'accès n'a pas lieu. Il semble que, par cet artifice, on s'oppose à la transmission du courant électrique vers le cerveau.

et les nerfs, ou de quelques principes âcres et stimulans, qui portent leur action sur ces mêmes organes. Dans le premier cas, l'électricité négative sera d'une grande efficacité; dans le second, l'électricité positive, sur-tout si on a soin de diriger son effet immédiatement sur les nerfs affectés.

Nécessité qu'il y a de bien déterminer le genre d'électricité qui convient.

Dans le traitement des maladies convulsives, rien n'est donc plus important que de rechercher laquelle des deux électricités, positive ou négative, il est plus convenable de mettre en usage. On peut soupçonner une trop grande abondance d'électricité animale, d'après l'état électrique de l'atmosphère. Les expériences de Galvani prouvent réellement que cet état augmente l'électricité animale. De-là vient la nécessité qu'il y a pour le médecin, non seulement d'éprouver l'air par les électromètres, mais d'avoir égard à l'aspect des nuages, à la saison, à l'espèce de vent qui souffle, aux phases lunaires. Certains mouvemens musculaires qui ne sont pas habituels, une certaine vivacité dans le regard, etc. peuvent encore indiquer une surabondance d'électricité animale dans le système. On peut encore prendre pour indices de cet excédent d'électricité dans l'économie de l'homme malade, les phénomènes que produit ordinairement l'application de l'électricité artificielle, comme, par

exemple, une chaleur interne et inaccoutumée, une augmentation dans les secrétions et les excrétions, telles que les selles, les urines, la salive, la sueur, l'insensible transpiration, la célérité, la grandeur, l'état vibratile du pouls, etc. Tous ces symptômes, en effet, ont coutume de précéder les convulsions, et les autres affections nerveuses, comme l'épilepsie, la manie : des phénomènes contraires annoncent l'électricité négative. Pour ce qui est de l'électricité viciée, il importe, pour la reconnoître, de faire attention aux différentes incommodités communément attribuées à des principes âcres et irritans. Comme la presque-totalité des contractions musculaires et rhumatismales, est due à la présence d'un principe irritant sur le systême nerveux, on doit en conclure qu'on peut y employer avec efficacité toutes les méthodes d'administrer l'électricité positive. Il importe néanmoins de n'aller que par gradation; on commence par le bain électrique, on fait succéder les étincelles, et on a recours ensuite à la commotion.

Application de l'électricité négative.

Par les mêmes raisons, Galvani étoit persuadé qu'on pouvoit employer avec fruit l'électricité négative, en la dirigeant, comme à l'ordinaire, vers la partie affectée au moyen de la bouteille de Leyde ou de la machine électrique, mais sur-tout en armant la partie malade de conducteurs dont les uns

fussent dirigés vers la machine, et les autres mis en communication avec la terre. Il croyoit, en outre, qu'on pouvoit rendre cette même méthode plus avangeuse, en se servant d'une bouteille de Leyde très-grande, ou de plusieurs bouteilles de Leyde mises en communication par l'intermède de leurs conducteurs, ou en usant de machines plus fortes que celles dont on a coutume de se servir (1). Un moyen préférable aux autres, c'est celui de faire communiquer l'électricité qui réside dans les muscles d'une partie, avec les nerfs de la partie malade. D'après les expériences de Galvani, ce moyen est un des plus efficaces pour transmettre l'électricité animale des muscles aux nerfs affectés, et expulser les substances étrangères qui les irritent.

Avantages que pourroit avoir, selon Galvani, l'application de l'électricité atmosphérique.

Si cette nouvelle méthode d'administrer l'électricité négative, a été d'une grande utilité dans les affections rhumatismales ou autres analogues, quels avantages n'a-t-on pas lieu d'espérer de l'application de l'électricité atmosphérique, dans les temps d'orages, lorsqu'on a la précaution de mettre la plus grande prudence dans la manière d'armer de

(1) Il seroit, du reste, très-imprudent d'administrer ainsi l'électricité à l'aide d'une forte batterie électrique; et une semblable méthode ne doit être essayée qu'avec la plus grande réserve.

conducteurs la partie affectée. C'est pour cela, sans doute, dit Galvani, qu'on a vu des paralytiques recouvrer, comme par miracle, l'usage de leurs membres, parce que la foudre avoit éclaté à une très-petite distance des lieux où ils se trouvoient (1).

Nous ne nous attacherons point à donner de plus amples développemens à cette théorie du professeur de Bologne, parce qu'il ne faut regarder comme telle, que celle qui a été confirmée par de longues observations. Nous devons même ne l'envisager que comme la moindre portion de la gloire de son auteur. Toutefois, quelque insuffisante que soit cette théorie, on ne sauroit disconvenir que l'influence de l'électricité artificielle et atmosphérique ne soit beaucoup plus puissante, qu'on ne l'a cru jusqu'à ces derniers temps; et les données acquises sur sa manière d'agir, nous éclaireront infailliblement sur la recherche des moyens d'administrer plus utilement l'électricité qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour : elles dévoileront peut-être les rapports constans qui existent entre les variations de l'électricité atmosphérique et l'état de

(1) Ces guérisons spontanées qui ont eu lieu dans une semblable circonstance, peuvent très-bien être l'effet de la frayeur que fait éprouver au malade un violent éclat de tonnerre. On se souvient d'un homme qui recouvra l'usage de ses pieds dans un incendie qui brûla sa maison.

santé, entre ces mêmes variations et plusieurs maladies (1).

---

(1) Toutefois on est contraint d'avouer que la théorie du galvanisme n'a eu encore que des applications très-éloignées à la pratique de la médecine. M. Crève s'en est servi avec quelque succès pour distinguer la mort vraie de la mort apparente ou de l'asphyxie; il entre, relativement à cet objet, dans des détails très-intéressans. (Voyez son Ouvrage qui a pour titre : *Vom metallreize einem neüentdeckten untrüglichen prüfungsmittel des wahren todes*). Il propose de dénuder un des muscles de l'individu, comme, par exemple, le biceps brachial, ou le gastrocnemien, ou même le grand pectoral, et d'appliquer l'argent et le zinc dans une forme convenable aux fibres musculaires elles-mêmes, de manière que l'arc galvanique soit bien établi. Si les fibres musculaires se contractent, c'est une preuve que l'irritabilité n'est point encore entièrement détruite, et qu'on ne peut pas encore juger l'homme véritablement mort. Dans le cas contraire, on n'en peut plus douter. On pourroit seulement observer contre M. Crève, qu'il pourroit exister une mort partielle dans un des muscles qu'il désigne, sans que le reste du corps y prenne part; que la susceptibilité pour le stimulus galvanique, pourroit être anéantie, sans que l'irritabilité en général soit épuisée; enfin que le stimulus galvanique appliqué de cette manière, n'est pas le stimulus le plus fort que nous connoissons; car l'électricité de la bouteille de Leyde, ainsi que la pile galvanique agissent encore avec plus de force : ce qui rend la méthode de M. Crève un peu douteuse. M. Pfaff a aussi proposé le stimulus galvanique dans quelques maladies, spécialement dans la paralysie du nerf

Galvani défend sa théorie contre les objections de Volta.

Les expériences de Galvani furent accueillies avec transport dans les écoles les plus éclairées de l'Europe; mais sa théorie y trouva des adversaires redoutables. Volta sur-tout pocéda à des essais ingénieux qui tendoient à démontrer qu'il n'existe

---

optique. Comme il y a quelquefois complication de la cataracte avec l'amaurosis, dont les caractères ne sont pas toujours certains et évidens, il a conseillé d'employer le stimulus galvanique comme un moyen d'éclaircir les doutes. Si, dans le cas de cataracte, où la complication avec l'amaurosis n'est pas manifeste, l'application des deux excitateurs différens d'après le procédé connu, ne produit pas de sensation particulière dans l'œil, il est plus que probable qu'il y a aussi amaurosis; dans le cas contraire, on peut juger que l'amaurosis n'existe pas : *über thierische elektricität und reizbarkeit.* C'est sur-tout M. Humboldt qui a enrichi son Ouvrage de quelques applications très-judicieuses à la physiologie, à la pathologie et à la thérapeutique; il a montré que le stimulus galvanique influe considérablement sur les secrétions, les altère d'une manière très-remarquable, et qu'il peut être employé sous ce rapport comme un stimulus opposé pour corriger des secrétions perverties. Il a rendu sensible, par ses expériences, une espèce d'atmosphère autour des nerfs, laquelle est attestée par beaucoup d'autres phénomènes; enfin il est parvenu, par l'administration d'une sorte de *lavement galvanique*, en établissant une communication entre la bouche et l'anus, avec du zinc et de l'argent, de rappeler avec succès à la vie des petits oiseaux frappés d'une mort apparente : *versuche ueber die gereizte muskel und nerven-faser.*

point

point d'électricité particulière et propre au système des animaux, et à faire regarder le corps vivant comme un simple corps humide ou conducteur. Nous allons rapporter ici les détails de cette guerre scientifique, qui honore tant ces deux hommes célébres, puisqu'elle n'a pour objet que la recherche de la vérité.

Opinion de Volta sur la nature du fluide galvanique.

Le physicien de Pavie est loin de rejeter l'analogie manifeste qui s'observe entre le principe des contractions musculaires et le fluide électrique; analogie que Galvani a, le premier, démontrée: mais au lieu de regarder ce fluide comme inhérent à la nature propre de l'animal, d'après l'opinion de ce dernier, il le fait dériver de l'électricité commune répandue dans tout le système de l'univers. Ce fluide recelé dans l'intérieur des substances métalliques dont on forme les armatures, s'en échappe pour irriter les nerfs dont il est le stimulus le plus efficace, et, par ce mécanisme, provoque secondairement les muscles à des mouvemens de contraction. Or, comme d'après les loix ordinaires de l'électricité, cette matière ne sauroit produire un semblable phénomène, sans qu'il survienne préalablement une rupture d'équilibre dans sa distribution, Volta attribue cette rupture d'équilibre à la différence des métaux employés dans les expériences, à leur diverse polissure, à leur diverse grandeur, à la manière dont on les place sur les membres de

l'animal préparé, etc. Ce simple exposé fait voir clairement en quoi diffèrent les opinions de ces deux illustres observateurs : l'un fait résulter les mouvemens de contraction d'une cause accidentelle et extrinsèque; l'autre leur assigne une cause naturelle et interne.

Galvani appuie son assertion sur les contractions suscitées sans l'intermède des substances métalliques.

De cinq mémoires dédiés à Lazare Spallanzani, le professeur de Bologne en consacre deux à réfuter les objections de Volta (1). Il établit les nombreux caractères qui, d'après lui, différencient l'électricité animale de l'électricité commune. Les modes particuliers de transmission de cette première, les phénomènes de la torpille et de l'anguille de Surinam, qui se manifestent indépendamment d'aucun agent extérieur, etc. sont les principales preuves qu'il allègue pour la défense de sa théorie. Il remarque, en outre, que l'électricité animale n'exerce aucune attraction sur les corps légers, comme l'électricité ordinaire. Dira-t-on que cela dépend de ce que le fluide électrique se trouve ici dans une trop petite proportion? Mais cette propriété n'est pas plus sensible, lorsque les armatures sont très-considérables, comme, par exemple, lorsqu'on opère sur la cuisse d'un grand quadrupède. Galvani, du reste, ne se contente pas de fonder son asser-

(1) *Memorie sulla electricità animale di Luigi Galvani p. prof. di notomia nella università di Bologna*, etc.

tion sur ces dissemblances observées. A l'exemple de Volta, il appelle à lui l'autorité de l'expérience. On ne sauroit effectivement nier, dit Galvani, que les mouvemens de contraction, obtenus sans l'intermède des substances métalliques, ne puissent être rapportés à une électricité intérieure et inhérente à l'économie particulière des corps vivans et animés. Or ces mouvemens ont été remarqués non seulement un certain nombre de fois, mais leur effet manque très-rarement. Ces essais, d'ailleurs, ont été publiquement répétés dans l'Institut des Sciences de Bologne, en présence d'une multitude d'hommes instruits, et toujours avec le même succès (1). Volta objecte, à la vérité, que ces mouvemens ont très-peu d'intensité, et ne sont point comparables à ceux que provoquent les métaux; mais outre qu'ils ont assez d'énergie pour faire contracter dans son entier l'extrémité inférieure de la grenouille, les effets moindres qu'ils produisent, dit Galvani, ne prouvent aucunement que l'électricité dont il s'agit, tire essentiellement son origine des armatures métalliques; ils prouvent seulement que ces armatures augmentent la force de cette électricité.

(1) Ces mouvemens se sont manifestés d'une manière très-sensible, dans des expériences que M. Pfaff a bien voulu répéter avec moi; mais nous avons déjà eu occasion de démontrer que ces mouvemens ne prouvoient rien en faveur de la théorie de Galvani.

C'est ainsi qu'on obtient une forte décharge de la bouteille de Leyde, en l'armant d'une plaque de métal ou d'un conducteur de même nature; tandis qu'au contraire, cette décharge est très-foible ou presque nulle, lorsque la bouteille n'est point armée, ou qu'on se contente d'y adapter un arc conducteur fait de bois verd ou de bois mouillé.

Volta attribue les contractions qui surviennent dans les arcs formés par des substances animales, à un stimulus mécanique. Réponse de Galvani.

Volta fait encore une objection ingénieuse réfutée avec le même avantage par le professeur de Bologne; il regarde les contractions qui surviennent dans les arcs uniquement formés par des substances animales (1), comme le résultat d'un stimulus mécanique; il confond en outre ces contractions avec les mouvemens convulsifs qui ont lieu spontanément dans les animaux durant le temps qu'on les prépare, et qui sont occasionnés

(1) On connoît ces expériences uniquement faites avec des substances animales. Galvani, en recourbant la cuisse d'une grenouille sur le nerf qu'on avoit séparé de la moëlle épinière, et la mettant dans un léger contact avec l'extrémité de ce nerf, a vu survenir des contractions très-fortes dans les muscles de la cuisse, au moment du contact qui formoit l'arc animal. Il y a une autre expérience de Galvani, qui consiste à préparer une grenouille, de manière que les extrémités antérieures et postérieures ne tiennent ensemble que par les nerfs sciatiques; les muscles jumeaux et solaires étant ensuite recourbés et rapprochés de l'épaule, on suscite des convulsions violentes.

par le déchirement des parties. Pour faire valoir davantage cette assertion, il prétend n'avoir jamais mieux observé ces mouvemens que dans les nerfs et les muscles qui jouissoient encore de toute la plénitude de leur vitalité, en sorte qu'il suffisoit de les toucher pour les exciter à la contraction. Mais Galvani réfute ce dernier point de l'objection de Volta, en lui observant que le succès de l'expérience exige, au contraire, que ces mouvemens spontanés soient totalement éteints, et qu'on ne sauroit mieux réussir, que lorsque les grenouilles ne sont point récemment tirées de leurs marais, et qu'elles ont été affoiblies par de longs jeûnes. Galvani cherche encore à réfuter plus victorieusement cette idée particulière d'un stimulus, en ajoutant que l'interposition d'un corps cohibant entre les parties qui concourent à la formation de l'arc animal, arrête soudainement les contractions. Il a fait sur ce point particulier de doctrine, des expériences ingénieuses qui attesteront à tous les siècles, son habileté dans l'art difficile d'interroger la nature.

Arc formé avec des substances organiques homogènes.

Toutefois, le professeur de Bologne ayant formé jusqu'ici l'arc animal par le contact des nerfs et des muscles, on eût pu attribuer les mouvemens de contraction à l'hétérogénéité des substances animales employées à sa composition. Galvani dissipa ce doute par les succès qu'il obtint, lorsqu'il forma son arc avec des substances

organiques homogènes; en conséquence, le professeur de Bologne conclut que les contractions musculaires ne peuvent donc être rapportées ni à l'action d'un stimulus quelconque, ni aux métaux et à leur hétérogénéité, mais à une électricité inhérente à l'économie intérieure de l'animal.

Nouvelles expériences sur lesquelles Galvani cherche à appuyer son assertion.

Galvani se demande pourtant, si, malgré les contractions qui résultent de cette électricité naturelle, il ne pourroit pas y en avoir aussi qui seroient produites, par une électricité extérieure existante dans les métaux hétérogènes employés pour les expériences, ou par une électricité répandue dans l'animal comme dans un corps déférent quelconque, et dont l'équilibre seroit rompu à l'aide des arcs et des armatures. Deux causes diverses peuvent donner lieu à un effet identique, sur-tout lorsque ces deux causes ont entre elles-mêmes la plus grande analogie. Le professeur de Bologne desiroit ardemment voir se réaliser cette supposition; mais il jugea ensuite qu'elle présentoit un si grand nombre de difficultés, qu'il prétend n'avoir pu se résoudre à l'admettre, malgré sa vraisemblance.

En admettant d'abord pour un instant cette électricité extérieure, comment concevoir, dit-il, qu'une rupture survenue dans son équilibre au moyen des métaux hétérogènes, soit assez considérable pour provoquer des mouvemens de contraction dans l'animal. Ces mouvemens ont lieu néanmoins dans quelques circonstances, malgré les obstacles que

l'électricité rencontre sur son passage, et quoiqu'elle soit souvent forcée de parcourir un arc très-étendu. On peut s'en convaincre par l'expérience qui suit : si on arme comme à l'ordinaire le nerf et le muscle, ou même le nerf seulement avec deux armatures hétérogènes, et que deux personnes séparées l'une de l'autre, et ne communiquant entre elles que par le terrein, touchent ensuite ces deux armatures au moyen d'un corps déférent, on excitera des contractions, pourvu toutefois que la grenouille soit vigoureuse. Mais si on isole l'une des deux personnes, les contractions cesseront de se manifester : preuve incontestable que l'arc se fait au moyen du terrein. Or maintenant, ajoute Galvani, comment supposer, d'après l'hypothèse de Volta, que la différence légère qui existe dans les métaux employés à l'expérience, suscite une assez grande rupture dans l'équilibre de l'électricité, pour lui faire parcourir un arc aussi étendu.

Le physiologiste de Bologne oppose encore aux idées de Volta sur l'hétérogénéité des métaux, qu'on obtient des contractions en employant des arcs et des armatures qui paroissent entièrement semblables par leur substance et leur polissure. Galvani s'est servi avec succès de deux lames de fer également brillantes, tirées du même morceau de métal, et d'un arc absolument identique. Il est bon d'avertir que pour que l'expérience réussisse, il est nécessaire que les personnes qui touchent

les deux armatures, n'aient point la peau totalement aride, et que le terrein ne soit pas entièrement sec. Il sera par conséquent avantageux d'humecter la paume de la main, ainsi que la plante des pieds et l'espace de terre compris entre les deux expérimentateurs. Ainsi donc, toutes les expériences ci-dessus énoncées, s'expliquent difficilement par l'hétérogénéité des métaux. Galvani, ainsi que nous avons eu déjà occasion de le dire, préféroit en rendre raison, en considérant le muscle comme une bouteille de Leyde, dont une surface se charge d'électricité, dans le même temps que l'autre en est dépouillée. Il ne pouvoit concevoir d'une autre manière, comment cette électricité parcouroit instantanément et malgré tous les obstacles, un espace si considérable. Or rien ne lui paroissoit plus facile à comprendre, lorsqu'il appliquoit à ce phénomène la théorie de la bouteille de Leyde, dont l'énergie, comme l'on sait, est prodigieusement accrue par le secours des armatures métalliques.

Le phénomène des contractions musculaires peut avoir lieu, indépendamment de l'hétérogénéité des substances métalliques.

Ce qui d'ailleurs confirmoit davantage Galvani dans sa conjecture, et lui faisoit rejetter avec plus d'assurance l'hypothese de Volta, c'est que l'hétérogénéité des métaux ne paroît nécessaire, que lorsqu'on opère sur des grenouilles dont la vitalité est considérablement affoiblie; si les grenouilles sont vigoureuses, des métaux homogènes provoquent très-aisément des mouvemens de contraction

dans leurs membres. Les expériences du professeur Aldini sont très-propres à confirmer cette assertion. Il a obtenu des mouvemens en mettant en usage des armatures et un arc qu'il formoit avec du mercure très-pur (1). Volta, sans doute, expliquoit ingénieusement ce phénomène, en supposant que la première couche du mercure s'oxidoit à l'air durant l'expérience, ce qui constituoit une hétérogénéité réelle dans les armatures. Mais la rapidité avec laquelle le professeur Aldini procédoit à cette expérience, l'aspect du métal qui conservoit constamment sa pureté et son brillant, ne permettent pas de croire à cette oxidation. Pour démontrer avec plus de certitude que les phénomènes de la contractilité musculaire peuvent se manifester indépendamment de l'hétérogénéité des substances métalliques, Galvani se servoit de lamines ou de feuillets de métal très-minces, dont il est aisé de rendre les dimensions et les surfaces plus homogènes. D'ailleurs ces lamines peuvent se transporter plus commodément d'un lieu à un autre, sans que leur substance subisse la moindre altération. Galvani apportoit en outre la plus scrupuleuse exactitude dans le choix des métaux. Il employoit pour cet objet le fer bien travaillé ou l'argent de coupelle. Malgré toutes

(1) Nous avons déjà eu occasion d'exposer cette expérience plus en détail.

ces précautions, il suscitoit constamment des contractions, aussitôt qu'il appliquoit aux nerfs d'une grenouille vigoureuse, un arc construit du même métal que les armatures. L'expérience ne réussissoit jamais mieux, que lorsqu'après avoir incisé les nerfs sciatiques à leur sortie du canal vertébral, il les plaçoit sur les métaux dont l'animal étoit armé. Galvani varioit ses essais avec l'étain, le zinc, le cuivre, l'antimoine, la plombagine, et les contractions étoient constantes, malgré l'homogénéité des armatures et de l'arc.

Expériences tentées avec des substances non métalliques.

Galvani eut ensuite recours à des substances déférentes et non métalliques. En employant pour armatures deux morceaux de charbon de bois très-peu poreux et absolument privés de tout principe huileux, il suscita des mouvemens de contraction à l'aide d'un arc de cuivre argenté ou de pur étain. Il employa pour le même objet et avec le même succès, deux morceaux mouillés d'une même carte, deux morceaux de muscle, de peau fraîche ou bien humectée, etc. Il plaçoit l'un de ces morceaux sous les muscles, l'autre sous les nerfs. On ne sauroit certainement alléguer l'hétérogénéité de ces substances, puisqu'elles étoient parfaitement homogènes.

Afin de détruire jusqu'au soupçon qu'une hétérogénéité presque imperceptible des métaux, pourroit influer sur la production des mouvemens

convulsifs de l'animal, Galvani multiplia ses essais à l'infini ; il fit un amalgame de zinc et d'étain, dont il composa deux lames qu'il employa pour armatures ; à l'approche de l'arc, des contractions fortes s'excitèrent. Mais ici les deux lames n'étoient point hétérogènes relativement à leur rapport réciproque ; on ne pouvoit rien en conclure en faveur de l'opinion contestée. Il se procura deux lamines parfaitement homogènes en tout, et résolut ensuite d'en rendre une hétérogène, dans l'une de ses parties seulement. Pour y parvenir, il la fit percer, et fit adapter à l'ouverture pratiquée, un morceau d'autre métal de même largeur. Par ce procédé, il vouloit comparer les effets de l'hétérogénéité totale de l'armature, à ceux de l'hétérogénéité partielle.

L'appareil ainsi disposé, il varia diversement son expérience ; après avoir d'abord situé le nerf sur la portion homogène de la lamine perforée, il appuyoit une extrémité de l'arc sur la lamine qui soutenoit le muscle, et touchoit avec l'autre extrémité, tantôt la portion homogène, tantôt la portion hétérogène de la lamine qui soutenoit le nerf. Dans ces deux cas, les contractions étoient vives et promptes, si la vitalité de l'animal étoit énergique ; dans ces deux cas aussi, les contractions n'avoient pas lieu, si les forces de l'animal étoient épuisées. Il suit de-là, que quoique l'une des armatures fût hétérogène dans l'une de ses parties, elle

n'influoit en rien sur la vîtesse et l'intensité des mouvemens de contraction. Il expérimenta d'une seconde manière : il plaça le nerf sur la partie hétérogène de l'armature, et appliqua ensuite sur cette partie une extrémité de l'arc, tandis que l'autre extrémité du même arc portoit sur l'armature du muscle. Il excitoit alors des contractions, non seulement lorsque les forces de l'animal étoient vigoureuses, mais même lorsqu'elles étoient languissantes ; le phénomène avoit lieu, quoiqu'avec moins d'intensité, si au lieu de situer le nerf sur la partie hétérogène de l'armature, on y posoit le muscle. Il obtenoit un résultat absolument analogue, en composant les lamines d'un mélange de métaux hétérogènes, tels que le zinc et l'étain, l'argent et l'étain, le plomb et l'étain. En effet, quoique les lamines paroissent homogènes, lorsqu'on les considère dans leur ensemble, les deux points de leur substance, auxquels répondent le nerf et le muscle, peuvent être hétérogènes entre eux.

Le contact immédiat des parties des armatures hétérogènes, n'est point rigoureusement nécessaire pour exciter des mouvemens de contraction.

Ces faits sembleroient faire voir qu'il est nécessaire que les parties hétérogènes de l'armature, soient dans un contact immédiat avec l'animal, ce dont Volta pourroit tirer une preuve favorable à son hypothèse ; mais il n'en est pas ainsi : quoique ce contact immédiat ne contribue pas peu à l'effet qui se manifeste, les contractions peuvent

néanmoins avoir lieu sans son intermède. L'expérience qui suit va confirmer cette assertion de Galvani. Placez les armatures à une certaine distance de l'animal préparé, et que ces armatures se joignent par un contact mutuel sur le plan cohibant ordinaire; deux personnes prennent chacune un morceau d'arc de métal identique; chacune d'elles applique à l'animal un extrémité de ce morceau d'arc, en appuyant l'autre extrémité sur l'armature la plus voisine; on forme de cette manière un arc entier, dont une portion est formée par les armatures, et l'autre par les deux morceaux d'arc que tiennent les deux personnes. Aussitôt que chacun de ces morceaux d'arc est en contact avec les armatures, ou, ce qui est la même chose, aussitôt que l'arc est completté, on voit se manifester, dans la grenouille, des mouvemens de contraction aussi forts et aussi constans que si les armatures étoient posées sur l'animal même. Or, dit Galvani, comment présumer que les armatures hétérogènes puissent occasionner une rupture d'équilibre dans l'électricité de l'animal, d'après l'opinion de Volta, si ces armatures, sont à une certaine distance de lui, comme on le voit dans l'expérience que nous venons d'exposer? On ne sauroit attribuer le phénomène aux morceaux d'arc que l'on met en contact avec l'animal, puisque ces morceaux d'arc sont homogènes. Ce n'est donc point l'hétérogénéité des

métaux, qui amène seule la rupture d'équilibre dans l'électricité dont il s'agit.

Nouvelles objections contre la théorie de Galvani, et réponse de ce physiologiste.

Toutes ces raisons sont sans doute d'une certaine force contre la théorie de Volta. Il est cependant des faits allégués par ce physiologiste qui paroissent détruire entièrement l'opinion d'une électricité animale intérieure, admise par Galvani. Comment expliquer, par exemple, les contractions que l'on excite par l'application faite au même nerf, de l'arc et des armatures hétérogènes? Supposera-t-on l'existence de deux électricités contraires par leur nature, si voisines l'une de l'autre, et résidantes dans le même organe? Galvani rendoit ingénieusement raison de ce phénomène, en supposant qu'une armature pouvoit attirer au dehors l'électricité du nerf, à l'aide de l'extrémité de l'arc qui lui est appliquée; que l'autre armature pouvoit la recevoir à l'aide de l'autre extrémité, et l'humidité la transporter ensuite aux muscles qu'il envisageoit comme autant de bouteilles de Leyde, et où il pensoit que réside l'électricité naturelle.

Malgré cette idée, Galvani confesse lui-même qu'il lui restoit des doutes sur son hypothèse, et il eût penché peut-être pour l'opinion de Volta, s'il n'eût remarqué que le même phénomène ne laisse pas d'avoir lieu, lorsqu'on emploie des armatures homogènes, et un arc parfaitement identique, dans toutes les parties de sa substance. Il

imagina d'ailleurs d'autres expériences, cherchant toujours à affoiblir les raisons de son adversaire.

Il détacha un nerf sciatique d'une grenouille; il l'adapta ensuite à une autre grenouille préparée selon les procédés ordinaires, en sorte que par une extrémité, il touchoit le nerf sciatique de cette même grenouille, et par l'autre extrémité les muscles de la cuisse correspondante; il appliqua des armatures hétérogènes à ce morceau de nerf détaché, et posa l'arc sur les armatures. Les contractions qu'il suscita différoient peu de celles qu'il auroit obtenues, s'il avoit appliqué immédiatement les armatures au nerf propre de la cuisse. Dans ce cas-ci, il est manifeste que le torrent de l'électricité passe et circule dans la partie du nerf interposée entre les deux armatures, et qui appartient au nerf détaché. Le nerf propre de la grenouille reste donc entièrement hors de la sphère de l'électricité, et ne sauroit par conséquent éprouver son influence.

On objectera peut-être, ajoute le professeur de Bologne, que, quoique dans cette circonstance, le nerf propre de la grenouille ne puisse être affecté immédiatement par l'électricité que Volta prétend être fournie par les armatures, il peut l'être néanmoins par ces particules extérieures qui s'échappent du torrent électrique, et forment une sorte d'atmosphère autour du nerf,

ce qui suffit pour provoquer des mouvemens de contraction ; mais une objection semblable est renversée par l'expérience qui suit : qu'on applique perpendiculairement au nerf propre de la grenouille, une petite portion du nerf détaché; qu'on adapte ensuite à cette portion, les armatures et l'arc, on ne parviendra à exciter aucune contraction. Dans cette circonstance cependant, le torrent électrique n'est pas moins près du nerf de la grenouille préparée; et par conséquent, ces particules extérieures dont nous venons de parler, devroient l'atteindre et l'irriter. Le même phénomène a lieu, si on rend le torrent de cette électricité plus considérable, en appliquant transversalement sur la portion du nerf détaché, une autre portion du nerf assez grande, ou tout autre corps déférent qui ait assez d'étendue, pour qu'on puisse lui adapter deux grandes armatures hétérogènes et un arc de même proportion. Dans ce cas néanmoins, l'atmosphère électrique est considérablement augmentée, etc.

Du reste, Galvani, pour enlever tout soupçon d'une irritation produite uniquement par l'entremise des métaux, résolut de composer l'arc et les armatures de substance purement animale. Il plaça sur le nerf propre de la grenouille deux morceaux de muscles longs; il appliqua ensuite en travers un troisième morceau de muscle, et completta l'arc

par ce moyen. A l'aide d'un petit cylindre de verre, il levoit ensuite une des extrémités de ce fragment de muscle, et la laissoit retomber alternativement sur le fragment qui servoit d'armature. Au moment de leur contact réciproque, des contractions se manifestoient non seulement dans les fibres, mais dans le corps entier des muscles. Telle est l'expérience à laquelle Galvani avoit recours, pour prouver que les contractions ne doivent point être rapportées à une électricité extérieure résidante dans les métaux, puisqu'elles ont lieu par l'influence des armatures et de l'arc composés de substances animales (1).

Du cercle que décrit l'électricité dans l'animal, en passant du muscle au nerf, et du nerf au muscle.

C'étoit peu pour cet immortel observateur d'avoir cherché à prouver que tous les phénomènes de l'électricité animale dépendent d'un cercle particulier qui s'établit dans le muscle au moyen du nerf et de l'arc, d'avoir développé la manière dont ce cercle s'accomplit, et d'avoir rapproché les loix auxquelles il est subordonné, de celles de la bouteille de Leyde et du quarré magique, etc. Il voulut démontrer ce cercle dans chacune des

(1) Voyez ce que nous avons dit dans une des notes précédentes, sur les conditions nécessaires pour la formation de la chaîne galvanique. On verra que le résultat de cette expérience s'y trouve parfaitement éclairci d'après M. Pfaff.

circonstances où il s'effectue, et suivre, pour ainsi dire, la route de l'électricité à mesure qu'elle parcourt les parties soumises à l'expérience. C'est ce que Galvani se proposa spécialement dans un Mémoire rempli de faits intéressans; mais quelle que soit l'importance de ce travail, il n'est pas susceptible d'être mis en simple récit. Pour le bien entendre, il faudroit continuellement exposer des figures au sens de la vue. Contentons-nous donc de l'indiquer aux savans comme un modèle d'habileté et d'exactitude. Galvani y fait un examen approfondi du cercle électrique, et résout d'avance toutes les difficultés qui peuvent lui être opposées. D'après ses essais et sa théorie, ce cercle est toujours le même, comment qu'on dispose l'arc et les armatures. Il s'opère par un mécanisme analogue, soit qu'on ait recours aux substances métalliques, soit qu'on se serve de substances purement animales, pour armer les nerfs et les muscles, soit qu'on expérimente sur des animaux morts, soit qu'on expérimente sur des animaux vivans, etc.; d'où on peut conclure que ce cercle est véritablement le seul qui soit établi par une loi inviolable de la nature, et qu'on doit nécessairement lui rapporter tous les mouvemens qui se manifestent dans l'économie saine ou malade des corps vivans.

Action et influence de l'hétérogénéité des armatures sur l'intensité des contractions musculaires.

On a vu que Galvani avoit tenté un grand nombre d'expériences, dont le but étoit de démontrer, que ce n'est ni de l'hétérogénéité des métaux, ni de celle des autres corps dont on peut armer les membres de l'animal, que provient la rupture de l'équilibre dans l'électricité des corps vivans et animés. Il cherche maintenant à apprécier d'une manière convenable l'action et l'influence de cette hétérogénéité sur l'intensité des contractions musculaires, et à établir quelques conjectures d'après les phénomènes qu'il a découverts et signalés. Il commence sa dissertation par une remarque intéressante : pour augmenter la force des contractions musculaires, il n'est pas besoin du corps entier de l'armature hétérogène; il suffit qu'un de ses points imperceptibles soit en contact avec l'arc excitateur. En effet, dit Galvani, que l'armature soit grande d'un pouce, ou qu'elle n'ait qu'une seule ligne, les mouvemens de contraction auront une égale énergie. Il ajoute que si l'on fait usage de deux armatures homogènes, on peut se contenter d'humecter l'une d'elles dans le très-petit espace où l'on se propose d'appliquer l'extrémité de l'arc; ou de mouiller, si on le préfère, l'extrémité de l'arc avec un fluide quelconque. On verra aussi-tôt survenir des contractions qu'on n'avoit pu exciter auparavant. Galvani a même obtenu des mouvemens sans armatures, et par la seule application de l'extrémité de l'arc qui étoit d'un diamètre presque insensible.

Galvani pense que l'action de l'hétérogénéité se passe sur le torrent électrique.

Si toute la force de l'armature hétérogène est bornée à un si petit espace ; si la seule hétérogénéité de l'extrémité de l'arc réduite à un point pour ainsi dire géométrique, suffit pour augmenter la force des contractions, il paroît très-vraisemblable que l'action de cette hétérogénéité, se passe sur le torrent électrique, qui, en se condensant, doit passer par les extrémités de l'arc. Ce qui confirme davantage cette conjecture, c'est que l'énergie des contractions est singulièrement excitée, non seulement quand on interpose un fluide quelconque entre les extrémités de l'arc et les armatures ; mais même dans le cas où, après avoir rompu l'arc en deux morceaux, on humecte les deux bords qui doivent entrer en contact. En effet, Galvani avoit observé qu'en employant un arc entier d'étain, mis en contact ou avec deux armatures homogènes, ou avec l'animal même, il ne parvenoit point à exciter des contractions ; mais que si dans cette circonstance il rompoit l'arc, et interposoit entre les deux fragmens un morceau de peau de grenouille ou de toile humide, les mouvemens de contraction reparoissoient aussitôt après l'application de ce même arc. Or, comme d'après cette expérience, l'accroissement de force des mouvemens musculaires, ainsi que le passage du torrent électrique, ne s'effectuent que dans le trajet de l'arc, il ne paroît pas moins évident

que le pouvoir de l'hétérogénéité s'exerce en tout, ou du moins en grande partie, sur ce torrent.

Mode d'action de l'hétérogénéité des métaux sur le torrent électrique.

Le professeur de Bologne recherche ensuite quel est le mode d'action de l'hétérogénéité des métaux sur le torrent électrique; elle ne peut influer sur ce torrent qu'en augmentant ou sa quantité ou sa vélocité. Or, d'après diverses expériences qui ont été tentées, les causes d'où résultent de semblables effets, peuvent commodément se réduire aux trois suivantes : au passage de l'électricité animale d'un métal peu conducteur à un métal bon conducteur; à son passage d'un métal bon conducteur à un moindre, et au contact réciproque des métaux hétérogènes. Dans le premier cas, la propriété plus conductrice d'un métal, doit accélérer le mouvement du torrent; dans le deuxième cas, l'électricité doit éprouver un arrêt dans son cours, en se transmettant d'un métal à l'autre, ce qui doit déterminer une cumulation de fluide dans le métal bon conducteur, et accroître encore l'énergie du torrent entier. Dans le troisième cas enfin, le contact mutuel des métaux hétérogènes, non seulement détermine l'afflux de l'électricité vers le lieu où s'opère ce même contact, mais, d'après l'opinion de Galvani, il rend son passage plus sensible en la forçant, pour ainsi dire, de se transmettre d'un métal à l'autre. On explique aisément, par le secours

de cette théorie, comment un arc composé de métaux hétérogènes parfaitement unis ensemble par la voie de la fusion, est aussi impropre à produire des contractions, qu'un arc fait dans son entier d'une matière métallique homogène. Il faut rapporter cet accident particulier, au peu d'obstacle que l'électricité trouve sur son passage par le mélange parfait des divers métaux.

Comment l'énergie des contractions musculaires augmente, par le défaut de contiguité.

Mais pourquoi le défaut de contiguité contribue-t-il si fort à augmenter l'énergie des contractions musculaires? Galvani attribue cet effet à la résistance qu'oppose au passage du fluide cette légère couche d'air interposée entre les deux métaux. Cette résistance, quelque infiniment petite qu'elle soit, ne laisse pas d'être assez considérable pour le torrent électrique animal, qui, par sa nature, ne peut franchir le moindre intervalle entre un corps et un autre. Toutes les fois que l'électricité n'a pas par elle-même une grande force, ou qu'elle n'est point aidée par l'intermède des substances métalliques, il lui est impossible de vaincre l'obstacle dont il s'agit. Parvient-elle, au contraire, à le surmonter, son action et son impétuosité en sont singulièrement augmentées. C'est donc, ainsi que l'observe Galvani, en mesurant la résistance que l'électricité rencontre dans son trajet; c'est en calculant les divers degrés de cette résistance, qu'on peut parvenir à une explication simple

et aisée des principaux phénomènes que nous présentent ces expériences. On explique d'abord avec facilité comment la seule puissance de l'électricité mise en jeu par l'approche de l'arc et des armatures homogènes, suffit pour déterminer des contractions, et franchir l'obstacle qui lui est opposé, lorsque l'animal vient d'être tué, et que ses fibres musculaires jouissent encore de toute leur vitalité; comment, ces contractions venant ensuite à manquer, l'action des métaux hétérogènes suffit pour les ranimer; comment enfin, les forces de l'animal devenant de plus en plus languissantes, l'hétérogénéité des métaux ne parvient plus à susciter les contractions. On explique aussi par cette même raison, comme le poli des métaux supplée, dans quelques circonstances, à leur hétérogénéité; ce moyen simple, en détruisant ou en diminuant les vides que laissent nécessairement entre eux les divers points de la surface de ces corps, fait disparoître des légères couches d'air, dont la présence nuit au libre cours du fluide électrique.

Comment on facilite le développement des contractions, en diminuant la couche d'air interposée.

Puisqu'en diminuant la couche d'air interposée, on facilite le développement des contractions, il est aisé de concevoir comment la moindre pression exercée sur les lames métalliques hétérogènes appliquées sur l'animal, en forme d'arc, et placées les unes sur les autres, devient si avantageuse pour produire le même effet; car quelque parfait que

soit le contact réciproque de ces lames, il se glisse toujours entre elles une couche d'air; en diminuant l'épaisseur de cette couche par la compression, on rend le passage de l'électricité plus facile. Cette théorie, fondée sur des expériences faites par le secours de l'arc artificiel, peut s'appliquer à l'arc qui s'établit naturellement dans le corps humain. Ne peut-on pas effectivement présumer que la pression du nerf, excite des mouvemens et des convulsions dans les muscles qui lui correspondent, non pas précisément parce qu'elle multiplie les contacts des parties membraneuses et conductrices du nerf, mais bien parce qu'en les rapprochant l'une de l'autre, elle diminue la couche de substance huileuse ou de toute autre nature, interposée entre ces parties: ce qui facilite singulièrement la circulation du torrent électrique? Quant aux phénomènes qui résultent de l'usage de l'arc artificiel, les mêmes vues théoriques servent encore à en rendre raison. Galvani croit avoir observé que les contractions musculaires manquoient plus fréquemment, lorsqu'on se servoit d'armatures homogènes et de l'arc, que lorsqu'on se contentoit d'appliquer immédiatement sur les parties nues de l'animal préparé, un arc homogène sans armatures. Dans ce dernier cas, il ne reste aucune couche d'air interposée entre les points de contact; l'humidité de l'animal remplit jusqu'au moindre vide qui se trouve dans l'arc.

Il n'en est pas de même de la circonstance où on fait usage des armatures; il y a toujours quelque vide, soit sur la surface des armatures, soit à l'extrêmité de l'arc. On remédie à cet inconvénient, en humectant la surface des armatures et les extrémités de l'arc, et en remplissant, par ce mécanisme, les vides qui pourroient s'y trouver.

Expérience tentée avec une seule armature homogène.

Les mêmes principes servent à expliquer un phénomène assez remarquable; si, au lieu de se servir de deux armatures homogènes, on n'en emploie qu'une seule, et qu'on applique à cette armature une extrémité de l'arc de nature homogène, au moment où l'autre extrémité sera en contact avec la partie nue de l'animal, on voit se manifester des contractions, tandis que, comme on l'a déjà dit, il ne s'en seroit manifesté aucune, si on eût employé les deux armatures homogènes et le même arc. Cette différence dans les résultats, ne peut-elle pas être attribuée à l'hétérogénéité des substances dont l'animal est armé? car l'humidité qu'on trouve au point de contact d'une extrémité de l'arc avec la partie animale, fait fonction d'armature, quelque différente d'ailleurs qu'elle soit de celles que l'on appelle métalliques. En un mot, dit Galvani, tous les phénomènes semblent prouver que la présence des contractions, leur défaut et leur variété, tiennent à la possibilité ou à l'impossibilité où se trouve le fluide électrique, de

franchir le milieu qui sépare l'arc de l'armature. L'électricité oppose différens efforts aux différens degrés de résistance qu'elle éprouve, et ces efforts sont en rapport direct avec les diverses contractions qui s'en suivent.

Expérience curieuse tentée avec une goutte d'eau.

La même théorie sert à rendre compte d'un phénomène assez curieux. Au lieu d'avoir recours à l'humidité, comme dans les expériences précédentes, répandons une goutte d'eau assez élevée à la surface d'une des armatures (homogène ou non); après avoir appliqué une des extrémités de l'arc, à la surface de l'autre armature, portons l'autre extrémité sur la surface de la goutte d'eau; à ce premier contact, on voit l'animal se mouvoir. Si on plonge plus avant dans la goutte l'extrémité de l'arc, on n'obtiendra aucun mouvement, jusqu'à ce que cette extrémité de l'arc soit revenue au premier point de contact. Mais si en plongeant encore plus avant, on arrive à faire toucher l'arc avec le métal qui sert d'armature, il survient soudainement des contractions, plus fortes même que celles qu'on avoit excitées auparavant. Si après avoir excité de semblables contractions, on comprime fortement l'arc contre les armatures, de manière qu'après avoir écarté la particule d'eau, on établisse entre les deux surfaces de l'arc et de l'armature, un contact immédiat et parfait; et qu'ensuite on lève avec dextérité, cette extrémité

de l'arc, pour qu'il s'introduise entre ce dernier et l'armature une légère couche d'eau, on verra se renouveler les contractions, à l'instant même que cette couche d'eau se rétablira à sa première place. Par ce moyen, on peut renouveler ou suspendre à volonté les contractions musculaires. Vous expliquerez aussi, d'après le même principe, le phénomère qui suit: placez les nerfs d'un animal préparé, dans un vase plein d'eau, et la jambe dans un autre vase; mettez au fond d'un de ces vases un morceau de métal, qui soit, si vous le voulez, homogène avec l'arc; au moment du contact de l'arc avec les deux surfaces de l'eau contenue dans les vases, vous aurez des contractions, mais moins vives que celles qui auroient été produites par la goutte d'eau. On parvient aussi à les exciter, toutes les fois que l'extrémité de l'arc plongée dans l'eau, arrive au point de contact avec le même métal, et on les renouvelle encore, comme il a été dit plus haut, en éloignant un peu l'arc du métal.

Tout ce que l'on vient d'avancer sur l'hétérogénéité des métaux, s'appliquera facilement aux autres corps hétérogènes qui servent d'armature; l'action de la couche de fluide ne doit nullement changer, quand on se sert d'arc ou d'armatures qui ne sont point métalliques. Il n'est pas difficile de concevoir que lorsqu'on fait usage de semblables corps, il ne suffira pas du simple contact pour

parvenir à exciter des contractions musculaires; il faudra recourir à la chûte ou à la percussion d'un de ces corps contre l'autre. Cette chûte détermine non seulement une plus grande affluence d'électricité, mais en rendant plus parfait et plus immédiat le contact des deux corps, elle diminue la couche d'eau interposée et la rend plus perméable à l'électricité. Par la même raison, si l'on veut se servir, pour former un arc, de substances animales, telles que des muscles, des nerfs, des fragmens de peau, ou bien si l'on veut employer du papier ou du bois humecté, on sera obligé de rompre ces corps et d'en faire tomber les lambeaux l'un sur l'autre; autrement si on emploie entier un arc ainsi composé, et à la manière ordinaire des arcs métalliques, on n'obtiendra pas la moindre contraction, etc.

Nouvelles recherches de Galvani sur l'électricité des torpilles.

Déjà Galvani, dans un premier mémoire qui avoit pour objet l'exposition de sa découverte (1), avoit publié des remarques intéressantes sur l'électricité propre des torpilles; depuis cette époque, il avoit particulièrement médité les travaux de Rédi, de Réaumur, de Walsh, de J. Hunter, de Spallanzani, sur cette importante matière. Il profita des nouvelles données qu'il avoit acquises sur

(1) *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius.*

l'irritation métallique, pour aller plus loin que ses illustres prédécesseurs. Dans un voyage qu'il fit sur les plages de la mer Adriatique, à Sinigaglia et à Rimini, il eut occasion de multiplier ses essais, et il en fit aussitôt le sujet particulier d'une savante dissertation.

Il y prouve avec évidence que l'électricité inhérente au système de ces animaux, se rassemble et s'accumule dans deux organes appropriés, composés d'un très-grand nombre de prismes hexagones, résultant eux-mêmes de plusieurs plans également hexagones, situés les uns sur le autres, et qui se correspondent avec une symmétrie admirable. Ces prismes reçoivent une quantité prodigieuse des nerfs qui partent immédiatement du cerveau, et dont Galvani chercha à découvrir le principal usage (1).

Structure particulière des organes électriques des torpilles.

(1) On sait que les organes électriques de la raie torpille ont été vus et examinés avec beaucoup de soin par le célèbre Jean Hunter. Pour la commodité de mes lecteurs, je vais rapporter textuellement l'exacte description qu'il en a lue à la Société Royale de Londres, et qui se retrouve dans le *Journal de Physique* du mois de Juillet 1774.

« Les organes électriques de la torpille, placés de chaque » côté du crâne et des ouïes, s'étendent latéralement de-là » jusqu'aux cartilages demi-circulaires de chaque grande

Expériences sur la source et le siége particulier de l'électricité dans les torpilles.

Il se procura des torpilles vivantes; après avoir éprouvé de la part d'un de ces animaux, des petites secousses et des picotemens analogues à ceux qui sont occasionnés par l'électricité commune, il lui coupa une partie du corps, qui contenoit, dans son entier, l'un des deux organes électriques,

---

»nageoire, et longitudinalement depuis l'extrémité antérieure de l'animal jusqu'au cartilage transversal, qui sépare le thorax de l'abdomen. Dans cette étendue, ils »occupent tout l'espace entre la peau de dessus et de dessous; leur plus grande épaisseur se trouve à leurs bords »inférieurs près du centre de l'animal, et cette épaisseur »va, en s'amincissant graduellement, vers les extrémités »extérieures : chacun de ces organes se trouve inégalement »découpé le long de son bord inférieur et longitudinal, »étant adapté exactement aux contours saillans et irréguliers du crâne et des ouïes; le bord longitudinal extérieur »forme une courbe elliptique convexe, l'extrémité antérieure de chaque figure est formée par une portion de »cercle d'un petit rayon, et l'extrémité postérieure fait à-peu-près un angle droit avec le bord intérieur; chaque »organe est attaché aux parties environnantes par une »membrane d'un tissu serré et cellulaire, et aussi par de »courtes et fortes fibres tendineuses qui traversent directement, de son bord extérieur aux cartilages demi-circulaires.

»Ces organes sont recouverts en dessus et en dessous par »la peau de l'animal, sous laquelle il y a une membrane »ou une espèce de bande mince qui les recouvre en entier. »Cette large bande est composée de fibres qui s'étendent »longitudinalement, ou dans le sens du corps de l'animal.

sans toucher à l'autre partie qui contenoit le second organe adhérent à la tête. Cherchant ensuite

---

» Ces fibres paroissent percées en une infinités d'endroits : » ce qui donne à cette bande l'air d'être formée elle-» même par un nombre de faisceaux ; les bords de cette » bande sont de toutes parts fortement attachés à la peau, » et paroissent à la fin dégénérer ou se confondre avec la » membrane cellulaire.

» Immédiatement au-dessous de cette bande ou mem-» brane, il y en a une autre exactement de la même es-» pèce, et dont les fibres, en quelque façon, traversent » ceux de la première, allant depuis la ligne du milieu du » corps en dehors et en arrière ; le bord intérieur de cette » membrane se perd dans la première ; ses bords anté-» rieurs, extérieurs et postérieurs, sont en partie attachés » aux cartilages demi-circulaires, et en partie, vont se » perdre dans la membrane cellulaire commune. Cette » bande inférieure paroît pénétrer dans l'organe électrique » par autant de prolongemens qu'il y a de colonnes, et » forme par-là les côtés membraneux, ou les étuis de ces » colonnes que nous allons bientôt décrire. Entre ces pro-» longemens, cette bande couvre l'extrémité de chaque » colonne, en en formant la cloison extérieure ou la pre-» mière.

» Chacun des organes électriques de la torpille que nous » examinons dans le moment présent, a aux-environs de » cinq pouces de long et de trois pouces de large à la partie » extérieure, quoiqu'il n'ait qu'à-peu-près la moitié de » cette largeur à la partie postérieure. Chaque organe est » uniquement composé de colonnes perpendicnlaires, allant » de la surface supérieure du poisson à la surface inférieure. » La longueur de ces colonnes varie selon l'épaisseur des

dans l'un et l'autre de ces organes des signes d'électricité, il n'en trouva que dans celui qui tenoit à

»parties du corps auxquelles elles correspondent; les plus »longues ont aux environs d'un pouce et demi de long; »les plus courtes ont à-peu-près un quart de pouce; leur »diamètre est en général de deux dixièmes de pouce; les »figures de ces colonnes sont fort irrégulières, variant et »par leur situation et par d'autres circonstances. Le plus »grand nombre forme des hexagones ou des pentagones »irréguliers; mais leur irrégularité donne lieu quelquefois »à des colonnes, ou plutôt à des prismes quadrangulaires. »Celles des rangs extérieurs sont ou quadrangulaires ou »hexagones, ayant une face externe, deux latérales, et »quelquefois une ou deux internes : les colonnes du second »rang sont, pour la plupart, pentagones; leurs membranes sont fort minces, et paroissent transparentes; elles »sont fortement attachées les unes aux autres, et ayant »une espèce de réseau lâche, formé de fibres tendineuses, »qui passe obliquement et transversalement entre elles, »et qui les unit par-là encore plus fortement ensemble. »On observe ces fibres plus particulièrement dans les en»droits où passent les gros troncs des nerfs; les colonnes »ont encore d'autres attaches formées par de fortes fibres »non élastiques, et qui vont directement de l'une à »l'autre. Le nombre des colonnes, dans différentes tor»pilles de la grandeur de celles que nous examinons actuelle»ment, a paru, dans chaque organe, de 470, ou à-»peu-près; mais ce nombre varie selon leur grandeur. »Pendant que l'animal grandit, ces colonnes augmentent »non seulement en grandeur, mais encore en nombre, »de nouvelles se formant peut-être annuellement sur les »bords extérieurs de l'organe, ce qui est d'autant plus

cette

cette dernière partie ; il dut en conclure que ces organes perdoient la faculté électrique, lorsqu'ils

---

» vraisemblable, qu'elles paroissent beaucoup plus petites » dans ces endroits. Le procédé de la nature pourroit être » semblable à la formation des nouvelles dents, dans la » mâchoire, à mesure qu'elle croît.

» Chaque colonne est partagée par des cloisons horizon» tales, placées les unes au-dessus des autres à de très-petites » distances, et formant par-là un grand nombre d'intes» tins qui paroissent contenir un fluide. Ces cloisons sont » formées d'une membrane très-mince et fort transparente ; » leurs bords paroissent tenir l'un avec l'autre, et le tout » est attaché à l'intérieur des colonnes par une membrane » cellulaire très-déliée. Ces cloisons ne sont pas entière» ment détachées les unes des autres, et je les ai trou» vées adhérentes en différens endroits, au moyen des » vaisseaux sanguins qui alloient de l'une à l'autre. Dans » une torpille qui avoit été conservée dans de l'esprit-de» vin, on trouva, après l'avoir examinée attentivement, » que le nombre des cloisons dans une colonne d'un pouce » de hauteur, étoit de 150, et ce nombre pouvoit être » encore le même dans les colonnes de différens diamètres » qui ont la même longueur et le même degré d'humidité ; » car, par la sécheresse, cela peut varier beaucoup. De-là » il paroît probable que, dans l'accroissement de l'animal, » l'alongement de la colonne n'en produit pas un propor» tionnel dans les intervalles des cloisons, mais que cet » accroissement donne lieu à la formation de nouvelles » cloisons provenant de la bande dont nous avons parlé, » et qui vont se joindre à l'extrémité de la colonne.

» Ces cloisons sont très-vasculaires ; les artères sont des » branches, des veines, des ouïes qui transmettent le sang

n'avoient plus de communication avec le cerveau, et que cette faculté émane directement de ce viscère. Toutefois, l'organe électrique dont il s'agit,

---

» qui a éprouvé l'action de la respiration; elles passent et » entrent avec les nerfs dans les organes électriques, où » elles se ramifient de toutes parts dans un nombre infini » de petites branches sur les parois des colonnes; elles ren- » voient de même de la circonférence vers le centre et tout » autour, sur chaque cloison, de petites artères qui se ra- » mifient et s'anastomosent dessus, et qui, passant aussi » d'une cloison à l'autre, vont s'anastomoser pareillement » avec les vaisseaux des cloisons voisines. Les veines des » organes électriques, en sortent le long des nerfs, et pas- » sant entre les ouïes, vont à l'oreillette du cœur.

» Les nerfs qui vont s'insérer dans chacun de ces organes, » naissent de trois gros troncs des parties latérales et pos- » térieures du cerveau : le premier de ces troncs, en sor- » tant, tourne autour d'un cartilage du crâne, et envoie » plusieurs rameaux à la première des ouïes et à la partie » extérieure de la tête; il passe ensuite dans l'organe vers » son extrémité antérieure. Le second tronc passe dans les » ouïes entre leur première et leur seconde ouverture; et » après leur avoir fourni quelques petits rameaux, il s'in- » sère dans l'organe électrique vers son milieu. Le troi- » sième tronc, après être sorti du crâne, se divise en deux » branches qui passent à l'organe électrique au travers des » ouïes, l'une entre la seconde et la troisième ouverture; » l'autre entre la troisième et la quatrième, en donnant de » petits rameaux à l'ouïe elle-même. Les nerfs étant en- » trés dans ces organes, se ramifient dans tous les sens » entre les colonnes, et envoient des rameaux sur chaque » cloison où ils se perdent ».

devenant un corps mort par sa séparation d'avec l'animal, pouvoit perdre sa propriété plutôt par la privation de la vie, que par toute autre cause. Galvani ne se borna donc pas à cette expérience; il coupa la tête d'une autre torpille, sans toucher à ses organes électriques. Malgré que ces organes ainsi séparés de la tête de l'animal, manifestassent un reste de vitalité très-énergique, aucun des deux ne donna le moindre signe d'électricité.

La conjecture de Galvani devenoit alors plus probable : cependant il pouvoit se faire que la faculté électrique fût uniquement subordonnée à la volonté de l'animal, volonté qui ne sauroit exister sans la présence et l'intégrité de l'organe cérébral. Il procéda alors à l'expérience d'une autre manière : il arracha d'abord le cœur à un autre torpille, ce qui n'empêcha pas l'animal de manifester des secousses et autres signes de la présence du fluide électrique; il ouvrit alors le crâne, et aussitôt qu'il eut fait la section du cerveau, ces signes disparurent, sans qu'il fût possible de les exciter. Cette troisième expérience prouvoit, sans contredit, mieux que les autres, que la présence de l'électricité ne dépend pas proprement de la vie; car quel degré de vie, ajoute Galvani, peut-on attribuer à un animal privé de cœur (1)? elle

(1) Lorsqu'on enlève l'organe du cœur aux amphibies et aux poissons, ils se manifeste encore dans leur économie,

prouve aussi qu'on ne sauroit considérer les signes d'électricité qui se manifestent, comme le produit de la volonté, puisque la volonté est sans énergie dans un animal mort ou près d'expirer (1). Elle démontre enfin, d'une manière incontestable, que l'électricité provient du cerveau, puisqu'elle cesse de se manifester toutes les fois que l'animal est artificiellement privé de cet organe. D'après ces considérations, Galvani concluoit que le cerveau est essentiellement destiné à séparer du sang le fluide électrique, et que les nerfs en sont les conducteurs naturels. Il rejettoit l'hypothèse de ceux qui attribuent sa formation au frottement que le sang exerce sur les nerfs répandus en grande quantité dans les organes électriques. En effet, le docteur Bataglioni, qui avoit répété l'expérience de l'extraction du cerveau, observa que la circulation du sang se continuoit avec assez de force dans tout le systême vasculaire, et qu'il ne se manifestoit pourtant aucun signe d'électricité. Les physiciens qui cherchent à faire valoir cette hypothèse, se fondent sur le volume extraordinaire du cœur chez les torpilles, ainsi que sur le plus grand

---

une multitude de phénomènes et de mouvemens qui dépendent entièrement de la force vitale.

(1) Cette remarque paroît contraire aux observations particulières de Walsh, qui croyoit que le pouvoir électrique étoit entièrement subordonné à la volonté de la torpille.

nombre de vaisseaux dont leur système se trouve pourvu, et qui sert au développement de l'électricité du sang; mais les deux expériences que nous venons d'alléguer, dans l'une desquelles le cœur étant enlevé, il reste cependant des traces d'électricité, tandis que dans l'autre il n'en reste plus aucune, démontrent assez que l'électricité est séparée du sang par le cerveau, qu'elle est condensée, modifiée dans cet organe, et distribuée ensuite aux organes électriques par le moyen des nerfs.

Identité du fluide électrique contenu dans les organes électriques de la raie-torpille, et du fluide propre au systême musculaire et commun aux autres animaux.

Le physicien de Bologne pensoit d'abord que la raie-torpille n'étoit pas seulement douée de cette électricité qui lui est propre et naturelle, mais qu'elle jouissoit encore de cette faculté électrique qui appartient essentiellement au systême musculaire, et qui est commune aux autres animaux. Il appuyoit cette idée sur l'expérience suivante: lorsqu'on adapte aux muscles de l'abdomen des torpilles, deux armatures hétérogènes, l'application de l'arc métallique les fait contracter comme ceux des autres animaux. Si on fait usage des métaux homogènes, les contractions deviennent foibles. Elles sont nulles enfin, si l'arc est intercepté par quelque substance cohibante. Mais on ne tarde pas à se convaincre que ces deux sortes d'électricité sont identiques, lorsqu'on voit qu'elles sont secrétées par le même organe, et qu'elles

ont des conducteurs analogues; Galvani examina avec beaucoup de soin l'origine des nerfs qui se distribuent au systême des muscles, pour s'assurer si elle différoit de celle observée pour les nerfs des organes électriques; et il vit que tous les nerfs partoient également de la substance médullaire du cerveau. Il vérifia en outre, par l'observation la plus attentive, que tous ces nerfs se ressemblent parfaitement par leur forme, leur substance et leur texture, ce qui prouve assez que leur usage est le même, ainsi que le fluide qui circule dans leur intérieur. Cette identité du fluide des nerfs des organes électriques, et du fluide propre au systême des muscles, est sur-tout démontrée par l'observation suivante, de Girardi, que le professeur de Bologne avoit eu soin de répéter. En séparant habilement des organes électriques, la dernière paire de nerfs, et en suivant leur distribution, on en trouve plusieurs qui naissant de cette paire, vont s'insérer aux muscles du dos. Galvani lui-même a vu des ramifications de cette première paire, se diriger vers les muscles de la tête. Les mêmes nerfs fournissent donc des branches aux organes électriques et aux muscles : il est donc à présumer qu'ils sont conducteurs d'un fluide analogue (1). Si néanmoins ce fluide présente dans les

(1) Cette expérience est loin d'être décisive; car les nerfs, quoique partant d'un même tronc, peuvent néan-

organes électriques de la torpille, quelques résultats qui diffèrent de ceux que l'on observe dans les autres nerfs et dans les muscles, c'est qu'il s'y trouve accumulé en plus grande quantité, et qu'il s'y trouve sur-tout modifié par le plus grand nombre de nerfs, qui, comme nous l'avons dit, se distribuent à ces singuliers organes.

Pour se convaincre que le fluide électrique est véritablement préparé, accumulé et modifié dans l'intérieur des organes électriques, il suffit de rappeler l'expérience que Galvani tenta à ce sujet. Il voulut voir ce qui arriveroit en comprimant ou même en coupant quelques-uns des gros cordons nerveux qui se portent à ces organes. Il choisit de préférence la première paire, comme étant la plus convenable pour effectuer son expérience. Il s'attendoit à recevoir une vive secousse dans la main qu'il tenoit, à dessein, auprès de l'organe électrique dont il avoit d'abord comprimé et ensuite coupé le nerf; mais il n'y eut ni secousses, ni le moindre signe apparent d'électricité.

Genre de modification subi par le fluide dans l'intérieur des organes électriques.

On ne sauroit sans doute assigner avec une sévère exactitude, quelle est l'espèce de modification imprimée au fluide par les organes électriques; il paroît seulement qu'il y prend davan-

moins avoir des fonctions très-différentes, ainsi que le cerveau qui sert à la fois au mouvement et au sentiment.

tage les caractères de l'électricité ordinaire. Cette différence vient peut-être de ce que ce fluide s'y trouve en plus grande proportion. Le grand nombre de nerfs qui aboutissent à ces organes, les plans multipliés qui forment les prismes dont ces organes sont composés, présentent une surface plus étendue au fluide électrique : ce qui nécessairement doit accroître l'énergie de ses effets (1). Peut-être, dit Galvani, le fluide électrique se combine-t-il dans le système des muscles avec quelque autre fluide animal, qui change absolument la nature du premier. Peut-être, ajoute-t-il, ce même fluide secrété par le cerveau et reçu dans les organes électriques, s'y dépouille-t-il de quelque principe étranger, et devient-il ainsi plus pur et plus analogue à l'électricité commune.

Les nerfs de la peau des torpilles sont conducteurs de l'électricité, aussi bien que les organes électriques.

Dans les torpilles, les nerfs qui se distribuent aux organes électriques, ne sont pas les seuls qui recèlent une électricité absolument semblable à l'électricité ordinaire; les nerfs qui vont au système cutané, jouissent du même avantage. Galvani pratiqua de petites incisions à la peau de l'animal;

(1) Jean Hunter aussi, dans son examen anatomique de la raie-torpille, avoit été frappé du nombre et de la grosseur relative des nerfs de ce poisson merveilleux; et il avoit soupçonné, le premier, que la puissance électrique résidoit dans ces organes.

il rendoit quelquefois les blessures tellement profondes, qu'elles pénétroient jusqu'à la substance musculaire; à chacune de ces blessures, grande ou petite, il ressentoit dans la main qu'il tenoit appliquée à la surface de l'animal, la sensation, tantôt d'une étincelle, tantôt d'une secousse: ces phénomènes avoient également lieu sur toutes les parties. Cette sensation néanmoins étoit d'autant plus énergique, que l'incision et la division de la peau tomboit sur les organes électriques ou aux environs. Il paroît constant, d'après ces faits, que les conducteurs de l'électricité sont répandus dans tout le systême de l'animal; qu'ils se trouvent en plus grand nombre dans le systême cutané, et qu'ils y communiquent avec les organes électriques, auxquels la séparation de cette électricité appartient exclusivement. Or les nerfs qui sont les véritables conducteurs de cette électricité, se distribuent en partie à la peau, et en partie aux muscles. L'électricité, sous quelque forme qu'elle se manifeste, qu'elle se rapproche plus ou moins de l'électricité commune, a donc les mêmes nerfs pour conducteurs; et on ne peut qu'établir une parfaite ressemblance entre le fluide qui circule dans les muscles, et celui qui est élaboré dans les organes électriques de l'animal.

Expériences tentées avec des grenouilles préparées et appliquées sur le dos des torpilles.

Pour prouver que le fluide qui excite les contractions musculaires est de même nature que celui qui, dans la torpille, produit les phénomènes de l'électricité ordinaire, Galvani tenta les expériences que nous allons exposer. Il prépara une grenouille à la manière accoutumée; il l'appliqua sur le dos d'une torpille tirée de l'eau et placée sur une table, afin d'observer si lorsqu'il éprouveroit lui-même la secousse ou la sensation de l'étincelle, la grenouille se contracteroit; mais à peine ce dernier animal fut-il appuyé sur la torpille, que tous ses membres furent agités de violentes contractions, avant que l'expérimentateur lui-même fût affecté. Ces contractions s'appaisoient spontanément, et se renouveloient naturellement et par intervalles, sans qu'on touchât la torpille. On changeoit la situation de la grenouille; on la plaçoit tantôt sur la queue, tantôt sur la tête, tantôt sur une autre partie de la torpille, et dans tous ces cas, on excitoit des mouvemens convulsifs. Galvani s'attacha à varier son expérience; il prit plusieurs grenouilles au lieu d'une seule, et les appliqua de même sur différens points de la surface de la torpille, en les disposant dans des directions différentes. Ce fut alors un spectacle aussi curieux qu'intéressant, de voir tous ces animaux se mouvoir et sauter à la fois. Il plaça ensuite les grenouilles non sur la torpille, mais à côté sur la même table, et à une petite distance de cet animal. Il les vit aussitôt se

mouvoir et se contracter, comme si elles avoient touché immédiatement l'animal, et quoiqu'elles ne communiquassent avec lui, que par l'intermède d'une couche d'eau, dont on avoit mouillé la table, en y plaçant la torpille. Tous ces admirables phénomènes se manifestoient dans les grenouilles non seulement de la même manière, mais avec une énergie beaucoup plus grande, que si on eût manié ou irrité la torpille.

Galvani saisit par les pieds une grenouille préparée, et la mit simplement en contact avec la torpille par le canal vertébral, la plaçant tantôt sur une partie, tantôt sur une autre. Les contractions se manifestoient avec une même vigueur, toutes les fois que le contact s'opéroit. Il répéta l'expérience, en tenant entre ses doigts le canal vertébral, au lieu des pieds de la grenouille; et mettant ceux-ci en contact avec la torpille, le résultat fut le même. Il voulut voir alors ce qui arriveroit en tenant la grenouille suspendue non avec les doigts, mais avec un corps cohibant, tel qu'un fil de soie très-sec. Il n'observa aucun changement dans le phénomène. D'après ces résultats, qui pourroit douter que le fluide électrique de la torpille n'exerce une force stimulante entièrememt semblable à celle de l'électricité ordinaire? qui pourroit nier l'analogie qui existe entre l'électricité torpillaire et celle du tableau magique? Il paroît que dans cette circonstance, le fluide électrique ne

s'échappe de la peau de la torpille, que dans la quantité nécessaire pour stimuler les nerfs de la grenouille, et produire en elle des contractions musculaires, sans communiquer à l'expérimentateur ni la sensation de l'étincelle, ni celle de la secousse. Les grenouilles ainsi préparées, sont donc, comme l'observe Galvani, un véritable électromètre animal, à l'aide duquel il est aisé d'apprécier le degré d'électricité de la torpille. En effet, quand les torpilles sont languissantes ou récemment mortes, et qu'il ne se manifeste plus ni étincelle, ni secousse, cet électromètre continue à donner des signes de la présence d'un reste d'électricité dans l'intérieur de leur économie.

Expériences tentées avec les muscles et l'organe du cœur des grenouilles, placés sur des torpilles.

Revenons à la force stimulante du fluide électrique des torpilles. Galvani ne se borna pas à l'examiner sur les nerfs; il expérimenta sur les muscles et spécialement sur l'organe du cœur; il plaça sur le dos de la torpille dans divers endroits, quelques muscles récemment détachés d'une grenouille, ainsi que le cœur du même animal, au moment où il avoit cessé de battre. Mais il n'y eut point de contractions dans les muscles de la grenouille; la torpille resta pareillement dans un parfait repos, et ne donna pas le moindre signe d'électricité, ce qui n'avoit pas eu lieu, lorsqu'on avoit procédé à l'expérience avec les nerfs. Si en irritant la torpille, Galvani déterminoit la sortie de quelques

étincelles, alors les muscles et le cœur se contractoient, lorsqu'ils étoient près de l'endroit irrité. Il se présenta néanmoins une différence singulière entre les mouvemens des muscles et celui du cœur; c'est que les muscles se contractoient dans le moment même que l'électricité étoit lancée par l'animal, et lorsque l'expérimentateur éprouvoit lui-même la sensation de l'étincelle ou de la secousse; mais le cœur ne se contractoit que quelques instans après. On observa une autre différence dans l'énergie de cette électricité appliquée tantôt au cœur, tantôt aux muscles; en effet, quoiqu'elle fût languissante, elle suffisoit pour provoquer les contractions dans ces derniers organes, tandis qu'elle n'excitoit pas le moindre mouvement dans l'organe du cœur.

Or ces mouvemens suscités dans les muscles et dans le cœur par la force stimulante de l'électricité torpillaire, et ces différences observées, établissent un nouveau point d'analogie inconnu jusqu'ici et aussi parfait qu'on puisse le desirer, entre l'électricité de la torpille et l'électricité commune; car si on dirige sur les muscles et sur le cœur déjà en repos, une foible étincelle ou un foible courant d'électricité commune, on détermine absolument les mêmes mouvemens et avec les mêmes différences. Pour s'en convaincre, dit Galvani, il suffit de disposer dans une série successive, plusieurs muscles des membres, et plaçant entre eux

le cœur d'une grenouille, faire passer à travers cette serie de parties musculaires, un léger courant électrique tiré ou par un petit fil métallique appliqué aux conducteurs de la machine, ou par une très-petite bouteille de Leyde foiblement chargée; à l'instant de son passage, on verra les muscles seuls se contracter, et le cœur ne se mouvoir qu'un moment après. Si l'électricité est très-peu énergique, on verra encore les muscles seuls se contracter, tandis que le cœur restera immobile. L'inertie de ce dernier organe, malgré l'application d'un stimulus aussi efficace que l'électricité, est sans contredit très-étonnante. Comment concilier ce phénomène avec l'irritabilité si grande que l'on attribue au cœur, et qu'on prétend si supérieure à celle des autres muscles, et encore moins avec sa plus grande promptitude à se contracter par l'application des autres stimulus? Le professeur de Bologne cherche à l'expliquer par le petit nombre de nerfs qui se distribuent à l'organe du cœur, en comparaison de ceux qui se rendent aux autres muscles, et par l'influence que l'électricité exerce plus efficacement sur la substance nerveuse que sur la fibre musculaire.

Qui n'admireroit l'étonnante sagacité de Galvani dans les expériences que nous venons de rapporter! Pouvoit-il démontrer avec plus d'avantage, l'analogie qui existe entre ce fluide qui jaillit des organes fulminans de la raie-torpille, et la matière de

l'électricité commune ? Pouvoit-il mettre dans un plus grand jour son action stimulante sur le systême des nerfs et sur le systême des muscles ? Toutefois on est contraint d'avouer, que les résultats variés qu'il a obtenus, ne prouvent rien en faveur du systême qu'il avoit cherché à établir, puisqu'il est prouvé jusqu'à l'évidence que le fluide particulier qui provoque les muscles à la contraction dans les expériences galvaniques, n'est point inhérent aux parties animales, mais qu'il agit comme un stimulus extérieur.

Essais relatifs à la force stimulante de l'électricité animale comparativement à celle de l'électricité commune et de l'électricité torpillaire. Examen de l'action de cette électricité sur les muscles.

Cependant Galvani toujours rempli de son hypothèse favorite, tenta quelques autres expériences sur l'électricité animale, pour tâcher de découvrir si elle jouissoit d'une force stimulante semblable à celle de l'électricité commune ou de l'électricité torpillaire. Il voulut d'abord procéder à ces essais sur les muscles, et prévoyant d'avance qu'il ne pourroit réussir sans le secours des métaux, ils les employa comme les moyens les plus sûrs d'augmenter les effets de cette même électricité. Au lieu donc de se servir d'un arc de substance animale, il en employa un de métal ; il appuya une des extrémités de cet arc sur les nerfs ischiatiques d'une grenouille préparée, au lieu où ils sortent du canal vertébral, et l'autre extrémité sur un petit muscle, et sur le cœur nouvellement détaché et jouissant déjà d'un repos parfait. Ces

muscles et ce cœur avoient été attachés exprès à la jambe correspondante, de manière que l'arc dirigé sur eux, l'électricité de la grenouille préparée fût contrainte de les parcourir pour completter sa circulation naturelle; mais il n'y eut aucun mouvement dans les muscles ni dans le cœur. Il tenta ensuite l'expérience, en appliquant sur les nerfs et au même endroit, une armature d'étain, et l'application de l'arc fut immédiatement suivie des contractions dans les muscles et non dans le cœur.

Il augmenta alors la force du courant électrique en se servant de deux armatures hétérogènes, au lieu d'uneseule homogène; l'un étoit d'étain, comme nous avons déjà dit, l'autre de laiton; alors non seulement le muscle se contracta par l'application de l'arc, mais le cœur fit appercevoir une ou deux pulsations. Après quelque temps, il répéta l'expérience; le muscle donna des contractions, tandis que le cœur resta immobile. Craignant que cet effet n'eût lieu que parce que le muscle recevoit immédiatement le choc du courant électrique, il situa le cœur avant le muscle; il appliqua sur cet organe l'armature du laiton, et il le mit en contact avec l'arc; malgré cette précaution, le cœur n'exécuta aucun mouvement, tandis que le muscle se contracta. Pour s'assurer davantage que les muscles sont susceptibles d'être affectés plutôt que le cœur par l'action de l'électricité animale, il plaça le cœur

au milieu de deux muscles, et après avoir posé sur le premier muscle l'armature de laiton, et appuyé l'arc sur cette armature, il vit l'un et l'autre muscle se contracter; le cœur resta immobile, quoiqu'il fût manifeste que le courant électrique l'avoit traversé.

Il varia ensuite l'expérience, en la rendant plus facile et plus prompte, et en abrégeant la route de l'électricité; au lieu d'appliquer l'étain sur les nerfs de la grenouille préparée, il le plaça sur l'un des muscles entre lesquels se trouvoit le cœur; l'autre muscle étoit en contact avec le laiton. Conduisant ensuite les extrémités de l'arc sur les armatures, le résultat fut absolument le même. Le même phénomène eut constamment lieu en changeant la nature des armatures, et en employant constamment les plus efficaces, comme celle de zinc, d'argent, etc. Dans ces expériences, Galvani eut occasion d'observer que lorsque le cœur donnoit des pulsations (ce qui n'arrivoit que très-rarement), ces pulsations ne survenoient qu'un moment après que le courant électrique avoit traversé cet organe; le contraire avoit lieu dans les muscles, qui se contractoient rapidement et immédiatement après le passage du courant électrique. On eût pu conclure de tous ces faits, que les phénomènes de l'électricité animale, relativement à son action sur les muscles, sont absolument identiques avec ceux que présente l'électricité commune et la torpillaire, et que par conséquent elle

jouit de la même propriété stimulante ; mais Galvani ne voulut pas tirer cette conséquence, avant d'avoir tenté ses essais sur les nerfs, qu'il est plus facile d'irriter que les muscles.

Examen de l'action de l'électricité sur les nerfs.

Il procéda par conséquent à l'expérience suivante : avec des morceaux de muscle, il composa un arc qui, partant du nerf ischiatique d'une grenouille préparée, se dirigeoit sur la cuisse correspondante. Il interrompit exprès la continuité de cet arc, en éloignant un morceau de muscle de l'autre ; il tira transversalement le nerf ischiatique d'une autre grenouille ; il fit en sorte qu'une portion de ce nerf tombât dans l'espace compris entre les deux extrémités des morceaux musculaires, et completta par ce moyen l'arc qui avoit été d'abord interrompu ; les jambes de la seconde grenouille se trouvoient ainsi hors de l'arc : Galvani leva alors un des morceaux musculaires, et le fit tomber sur le morceau musculaire correspondant. A l'instant du contact, des contractions énergiques furent excitées, non seulement dans la grenouille sur laquelle l'arc étoit appliqué, mais aussi dans la seconde grenouille qui, par son nerf ischiatique, formoit une partie de cet arc. Il paroissoit évident que dans cette expérience, le fluide électrique de la première grenouille devoit nécesairement traverser la portion du nerf de la seconde grenouille, afin de completter sa circulation du nerf au muscle ;

et ce n'est qu'à l'aide de ce passage, que les contractions eurent lieu dans celle-ci (1).

Considérant néanmoins qu'on ne pouvoit envisager le nerf placé entre les deux morceaux musculaires, comme absolument dépourvu de la présence et de l'action de l'électricité animale; avant d'admettre une force stimulante dans celle-ci, et afin d'avoir un résultat plus décisif, Galvani voulut répéter l'expérience : il attendit cependant quepar le laps du temps écoulé depuis le moment de la préparation, toute vitalité fût éteinte dans la première grenouille, de façon qu'il ne fût pas possible de déterminer des mouvemens, même à l'aide des armatures hétérogènes et de l'arc métallique. Il prépara ensuite l'autre grenouille, et la soumit à l'épreuve; mais les contractions furent excitées de la même manière. La même chose arrivoit encore, lorsqu'au lieu de la première grenouille préparée, dans laquelle toute faculté motrice étoit éteinte, il se servoit d'un

(1) Ces expériences sont très-ingénieuses; elles prouvent évidemment que c'est le fluide électrique qui circule dans l'arc galvanique, et qui irrite toutes les parties animales qui composent cet arc; mais, comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, d'après les expériences modernes, les parties animales n'ont pas essentiellement la prérogative de fournir et de faire circuler ce fluide.

morceau quelconque de substance animale, qui fût cependant molle et humectée. On ne pouvoit par conséquent présumer que la force stimulante de l'électricité contenue dans la première grenouille, pût occasionner ce phénomène; cette expérience, d'après Galvani, démontroit assez les loix de l'arc, et le cercle que décrit naturellement l'électricité sans le secours des substances métalliques (1).

Expériences tentées sans l'intermède de l'arc métallique.

Pour donner à cela un plus haut degré d'évidence, il paroissoit important de déterminer ce qui arriveroit, toute influence de l'arc étant empêchée. Dans cette vue, il prit deux armatures hétérogènes, savoir un morceau de zinc et une pièce d'argent. Une extrémité d'un fil de chanvre bien mouillé, fut attachée à l'armature de zinc, tandis que l'autre extrémité adhéroit à un morceau de ce même métal, en sorte que ce fil formoit un arc qui séparoit les deux armatures l'une de l'autre. Il appliqua l'un de ces morceaux de zinc aux nerfs d'une grosse et vigoureuse grenouille préparée à la manière ordinaire; ensuite ayant adapté la mon-

(1) Cette expérience prouve, au contraire, contre la théorie de Galvani, et fait voir que les parties animales n'agissent qu'à la manière des corps humides, puisque lors même qu'elles sont dépourvues de toute vie, elles sont néanmoins propres à donner passage à l'électricité.

noie d'argent au muscle, il posa à son voisinage l'autre morceau de zinc, et le plaça de manière qu'il restoit hors de l'animal, d'où il formoit une portion d'arc; mais qu'en formant cette portion d'arc, il fût un peu soulevé du plan subjacent, ce qu'on obtint facilement en se servant de deux morceaux de zinc assez volumineux, et en tenant tendu le fil qui les séparoit. Il posa au travers de ce fil le nerf d'une autre grenouille préparée, afin que le torrent électrique de la première grenouille, passant sur le fil pour completter sa circulation, pût agir sur ce nerf. Les choses étant ainsi disposées, il mit en contact le morceau de zinc qui étoit libre et hors de l'animal, avec la monnoie d'argent. Aussitôt que l'arc fut completté, la grenouille armée se contracta énergiquement; mais la jambe de celle dont le nerf étoit appuyé sur le fil, ne manifesta aucun mouvement. Cette expérience répétée plusieurs fois, donna constamment le même résultat. Il procéda à l'expérience de manière que la seule extrémité du nerf coupé, posât sur le fil de chanvre, pour que le fluide électrique dût (en traversant le fil) toucher immédiatement sa partie médullaire; il tourna cette extrémité tantôt d'un côté de l'armature des nerfs, tantôt du côté de celle des muscles, afin qu'elle fût tantôt selon la direction du torrent, tantôt en sens contraire : mais tout fut inutile, aucun mouvement ne se manifesta

dans la jambe. La même chose avoit lieu en substituant un fil métallique au fil de chanvre. Galvani rendit l'expérience plus prompte et plus facile, en plaçant le nerf à travers un arc métallique extrêmement mince, qu'il appliquoit, à la manière accoutumée, aux deux armatures métalliques et hétérogènes de l'animal, sans pour cela qu'il y eût du changement dans le résultat de l'expérience. Tous ces faits le convainquirent de plus en plus de l'insuffisance du torrent électrique animal, quoique mis en action par des armatures hétérogènes, pour exciter, à l'aide d'une irritation exercée sur le nerf, les contractions musculaires, puisqu'il faut nécessairement, dans ce cas-ci, que la portion du nerf qui pose sur le fil, soit pénétrée par le fluide électrique : or si ce fluide étoit doué d'une force stimulante, on devroit en appercevoir les effets dans les muscles (1).

Les conclusions tirées par Galvani des expériences précédentes, n'ont point été justifiées par les travaux des modernes.

De ce bel ensemble d'expériences, Galvani tiroit encore des conclusions tendantes à établir son hypothèse sur l'existence d'une électricité animale : mais ces conclusions n'ont point été confirmées par des essais plus modernes (2). Ici néan-

(1) Dans cette circonstance, le nerf n'est point assez pénétré d'humidité, pour que les contractions puissent être provoquées : l'électricité suit de préférence le fil de chanvre ou le fil métallique.

(2) Nous ne pouvons donner ici qu'une idée très-

moins doit se terminer ce que j'avois à écrire sur un ordre aussi important de phénomènes.

---

succinte de la belle découverte de Volta. Nous ferons d'abord connoître son ingénieux appareil. On sait qu'il se compose d'un nombre déterminé de plaques ou de pièces d'argent, et d'une pareille quantité de disques de zinc d'une égale grandeur. On se procure autant de rondelles de carton, de cuir ou d'une étoffe quelconque, qu'on a soin de tremper préalablement dans une lessive alkaline ou dans de l'eau salée. On place ensuite alternativement le zinc sur l'argent, le carton sur le zinc; et en suivant constamment cet ordre, on construit une pile plus ou moins élevée.

L'appareil ainsi disposé, aussi-tôt que l'expérimentateur touche simultanément les deux extrémités de la pile du doigt mouillé de l'une et de l'autre main, il éprouve la commotion électrique : l'intensité de cette commotion est ordinairement proportionnée au nombre des plaques superposées. Quelques physiciens ont même cru appercevoir que la sensation dont l'expérimentateur est affecté, croît en intensité dans un rapport plus grand que celui des disques employés à la construction de la pile. Ils ont cru voir que la force de cette sensation croissoit comme les quarrés des hauteurs de cette pile. Pendant tout le temps que la personne tient ses doits appuyés contre le haut et le bas de l'appareil, il continue d'éprouver la sensation d'un picottement particulier, sensation qui devient presque insupportable, si l'on a quelque écorchure ou quelque coupure aux mains. L'expérimentateur peut encore augmenter l'effet de cette sensation, en se plaçant sur un isoloir. On peut obtenir le même résultat, en formant une chaîne de plusieurs individus, dont le premier et le dernier sont en

physiologiques. Les faits sans nombre ajoutés aux données fournies par le professeur de Bologne,

---

contact avec les deux extrémités de la pile. Ils ressentent alors tous à la fois la même commotion comme dans l'expérience de la bouteille de Leyde. Seulement la commotion est d'autant plus foible, que le nombre des individus est plus considérable; mais on la rend plus énergique en isolant ces mêmes individus. Lorsqu'au lieu du doigt, on place le nez, la lèvre supérieure, les yeux, dans le circuit électrique, en recevant le choc, on apperçoit très-distinctement une étincelle désignée sous le nom d'*éclair galvanique*. La langue est affectée par une saveur analogue à celle qui résulte de l'application que l'on fait vulgairement sur cet organe, de deux métaux, tels que le zinc et l'argent.

Il est une autre manière de construire l'appareil, mais moins efficace dans ses effets que la précédente. On a recours dans ce cas, à des lames de cuivre et de zinc courbées en arc, et mises deux à deux en communication dans une série de boçaux pleins d'une dissolution saline ou d'eau pure. Les extrémités des lames qui sont immergées ne doivent pas se toucher; il suffit que celles qui sont hors de liquide, soient dans un contact réciproque : la chaîne s'établit assez par l'intermède du conducteur humide.

C'est avec ces deux appareils, qu'on peut joindre l'un à l'autre, pour accroître l'énergie du courant électrique, qu'on a opéré à froid la décomposition de l'eau dans plusieurs villes de l'Europe. Voici comment on procède à cette merveilleuse expérience. Il faut se servir d'un tube de verre rempli d'eau, et fermé hermétiquement à ses deux bouts par deux bouchons de liége. On introduit ensuite dans le tube, et à travers chacun de ces bouchons, un fil

appartiennent de préférence à l'éloge de ses successeurs. Vous partagerez ses lauriers, illustres

---

de laiton; ces fils ayant une fois pénétré dans le tube, se rencontrent sans se toucher par leurs extrémités intérieures; mais, par leurs extrémités extérieures, ils communiquent avec les deux côtés de l'appareil. Ce dernier contact est à peine effectué, qu'on voit l'extrémité intérieure du fil en contact avec le côté de la batterie qui répond au zinc, se couvrir de bulles de gaz hydrogène, tandis que le fil en contact avec l'extrémité de la batterie qui répond à l'argent, s'oxide graduellement. Le phénomène n'a point lieu, si les deux fils se joignent et se touchent immédiatement dans l'intérieur du tube. On a également remarqué que quand l'expérience réussit, le volume de l'eau contenue dans le tube, diminue sensiblement, et que l'oxidation et le nombre des bulles dégagées sont en raison directe de l'étendue des surfaces métalliques.

Il n'est pas moins digne de remarque que les bulles de gaz hydrogène se manifestent constamment à celui des fils métalliques, qui aboutit, par son extrémité extérieure, au côté négatif de l'appareil galvanique, tandis que le fil qui répond au côté positif, est celui qui s'oxide; lorsque le fil est dur ou d'un autre métal non oxidable, l'oxigène ne pouvant se fixer, se développe sous forme de gaz. Quoiqu'il ne soit pas de notre sujet d'étendre plus loin les détails qui concernent cette découverte, postérieure aux travaux de Galvani, nous nous permettrons néanmoins d'ajouter un mot sur les expériences de MM. Ritter, Pfaff et Davy, parce qu'elles sont en quelque sorte une suite des précédentes. Ces trois physiciens ont eu pour but de rechercher si le gaz hydrogène qui se manifeste d'une part, et l'oxidation qui s'opère de l'autre, résultent de la décomposition de la même

continuateurs de ce grand homme : Volta, Humboldt, Pfaff, Nicholson, Carlisle, Fowler, Cruisck-

---

particule d'eau. Il s'agissoit, en conséquence, de séparer par un appareil convenable, la portion d'eau dans laquelle plonge le fil aboutissant à l'extrémité négative de la pile, de celle qui baigne le fil répondant à son extrémité positive, en interposant quelque matière qui n'empêchât pas néanmoins le trajet de fluide galvanique. Le premier prend un tube de crystal recourbé en haut par ses deux bouts. Il emplit le milieu de ce tube d'acide sulphurique concentré blanc, tandis que les branches latérales contiennent de l'eau distillée, qui, dans l'état de repos, ne se mêle point avec l'acide, comme il est aisé de s'en assurer, puisqu'elle ne rougit point le syrop de violettes. Il met alors dans un côté du tube, le fil électrisé positivement, et dans l'autre côté, le fil électrisé négativement. On voit alors le premier de ces fils s'oxider, tandis que l'autre donne des bulles de gaz hydrogène. Au lieu du tube de verre dont nous venons de parler, Pfaff a recours à un vaisseau de bois divisé par une cloison; cette cloison est percée vers le bas d'un trou qu'on ferme hermétiquement avec du liége humide (on sait que cette substance est conductrice du fluide galvanique). Les deux moitiés du vase sont pleines d'eau distillée, et on procède à l'expérience à la manière ordinaire. Mais M. Davy, physicien anglais, a recours à un procédé qui a paru meilleur et plus facile. C'est à l'aide de ses doigts qu'il fait communiquer l'eau contenue dans les deux vases, et il n'a pas laissé d'obtenir un même resultat. On peut également employer, d'après ses expériences, divers corps conducteurs du fluide galvanique, comme les muscles, les tendons, le charbon, etc. Il n'est pas du reste de notre

hank, Vassalli, Ritter, Hallé, Fourcroy, Vauquelin, Monge, Berthollet, et vous tous enfin, qui travaillez sans relâche à soulever les derniers voiles qui enveloppent encore ce profond mystère de la nature !.... Les pages toujours vivantes de l'histoire des sciences, offriront vos noms à la postérité reconnoissante ! S'il est beau, en effet, s'il est glorieux de faire une découverte, il ne l'est pas moins de l'étendre et de la perfectionner.

Ouvrages inédits de Galvani.

Malgré que Galvani fût continuellement distrait de ses méditations philosophiques, par la double tâche que lui imposoient les devoirs de sa chaire et de sa profession (1), il a laissé plusieurs mémoires inédits, dont la publication seroit sans doute d'un nouvel intérêt pour la science. L'irritabilité de Haller et l'incitabilité de Brown, l'occupoient dans les derniers temps de sa vie. Il s'efforçoit de rallier ces deux facultés de l'économie vivante à son hypothèse de l'électricité animale. Il prononça dans le sein de l'Académie de Bologne,

---

sujet d'exposer avec plus de détail dans cette note les expériences relatives à ce nouvel ordre de recherches. Il nous suffira de dire que depuis que le galvanisme est sous le domaine de la chimie, le zèle des savans a redoublé, et qu'on doit tout attendre des travaux qu'ils ont commencés.

(1) Il exerça la chirurgie et l'art des accouchemens avec la plus grande distinction, et fut un excellent médecin clinique.

une dissertation sur l'opium, dans laquelle il s'attachoit principalement à faire concorder le systême du médecin écossois avec le galvanisme. On assure même qu'il a déposé dans le sein de l'illustre compagnie dont je viens de faire mention, plusieurs travaux ultérieurement préparés pour la défense de son opinion. Toutefois il est hors de doute, qu'il eût éclairé bien davantage ces divers sujets de physiologie, s'il eût été moins préoccupé des premières idées qu'il avoit conçues. On est forcé d'avouer en général qu'il fut trop épris de sa théorie, et c'est-là peut être le seul défaut que nous ayons à lui pardonner.

Rang distingué que Galvani doit occuper parmi les expérimentateurs.

Cette exposition détaillée des travaux scientifiques de Galvani, a suffi sans doute pour convaincre mes lecteurs, que ce grand homme portoit au plus haut degré l'art savant d'interroger la nature. Personne n'étoit plus imbu que lui de ce judicieux précepte d'un auteur célèbre, que les plus importans secrets, sont souvent hors des routes fréquentées de la science, et dans les choses qui en paroissent le plus éloignées. Persuadé qu'une découverte en prépare constamment une autre, avec quelle adresse, pour multiplier ses résultats, il varioit à l'infini l'emploi des causes et des moyens? Avec quelle sagacité, tantôt il fortifioit les vérités acquises par la répétition prudente des mêmes actes; tantôt, pour me servir de l'expres-

sion de Bacon, il renversoit, pour ainsi dire, ses essais, afin de pour donner naissance à des contraires! Il savoit que l'univers est un immense tableau d'opérations physiques que l'expérimentateur doit perpétuellement contempler. Aussi combien n'avoit-il pas profondément réfléchi sur les principales scènes qui l'embellissent? C'est ainsi, par exemple, que son habileté étoit extrême, lorsqu'il appliquoit les phénomènes sans nombre de l'électricité ordinaire, à la recherche des phénomènes galvaniques.

Galvani parloit en public avec pureté et correction; mais il n'étoit point éloquent, quoiqu'il s'énonçat avec facilité: c'est pour cela peut-être que quelques hommes incapables de l'apprécier, ne lui accordèrent pas tout le degré d'estime qu'il méritoit. Il est naturel néanmoins que l'on s'inquiette peu de plaire, lorsqu'on aime sur-tout à instruire; et Galvani d'ailleurs étoit trop fortement frappé de l'importance de ses idées, pour songer au choix des termes qui devoient les exprimer. Comme professeur, il avoit des qualités plus estimables encore; il se plaisoit à répéter devant ses élèves, les expériences qui pouvoient flatter leur curiosité. Dans ces derniers temps sur-tout, où le concours des auditeurs attirés par sa réputation, fut extraordinaire, il écoutoit tout le monde, et

Son mérite comme professeur.

répondoit avec une bonté et une patience inaltérables, aux questions sans nombre dont on l'accabloit. Mais ce qu'on admiroit sur-tout en lui, c'est la modestie avec laquelle il parloit de sa découverte; il en exposoit les détails avec ce doute timide qui caractérise le vrai savoir, et cette candeur naïve qui fut toujours l'appanage des confidens intimes de la nature. On peut ajouter qu'il s'oublioit en quelque sorte lui-même, ne cessant de dire que c'étoit à ses successeurs à perfectionner ses premiers travaux.

Galvani considéré comme écrivain.

Il écrivoit sa langue avec une facilité extrême; il n'étoit pas moins habile dans cette langue féconde qui a éternisé Virgile, Cicéron et Quintillien, et qui est dépositaire de tant de richesses, pour ceux qui se plaisent à la méditer. Toutefois son amour pour des circonstances souvent superflues, lorsqu'il rend compte de ses expériences, rend son style obscur et diffus; mais il a toujours le mot propre, et l'austérité de ses expressions ne déplait pas d'ailleurs à ceux qui savent que la vérité n'a besoin d'aucune parure étrangère, pour intéresser ceux qui la recherchent.

Traits particuliers sur la vie privée et sur le caractère moral de Galvani.

L'étude la plus attrayante est celle du cœur humain; nous aimons à la faire chez les hommes qui ont étonné par de grands succès, et qui ont des droits à notre admiration et à notre recon-

noissance. Tout ce qui les concerne mérite d'être raconté, et le spectacle de leur vie pratique vaut souvent mieux pour la postérité, que des volumes entiers de préceptes.

Galvani refusa constamment de prêter le serment civique exigé par les décrets de la république Cisalpine: mais qui pourroit le blâmer d'avoir suivi la voix de sa conscience, de cette voix intérieure et sacrée qui prescrit seule les devoirs, et qui a précédé toutes les loix humaines! Qui pourroit ne pas le louer de lui avoir sacrifié avec une résignation exemplaire tous les émolumens attachés à la place qu'il occupoit! Ce grand homme avoit d'ailleurs des idées qui lui étoient particulières sur ces engagemens si solemnels et si religieux, dont on n'a abusé que trop souvent pour affermir les loix des empires; il pensoit, avec raison, qu'ils ne conviennent qu'aux nations qui sont incapables de les violer. On est en outre bien porté à excuser sa conduite, lorsqu'on songe à l'époque où on exigeoit de lui cette formalité. Nous sortions à peine de ce temps de larmes et de malheurs où la France s'étoit soudainement remplie de parjures et de bourreaux; le sang de mille victimes crioit encore sur cette terre épouvantée.... Galvani frémissoit au seul souvenir des crimes qui avoient alimenté les passions populaires; les désastres de la guerre qui agitoit alors

l'Europe, contristoient aussi son ame; et en vrai philosophe, il pleuroit à la fois et sur les vaincus et sur les vainqueurs.

Suivons maintenant le professeur de Bologne dans l'intérieur de sa vie domestique. Il étoit très-laborieux, et régloit avec une exactitude ponctuelle les heures qu'il donnoit à ses occupations comme à ses délassemens. Deux ou trois fois la semaine, il s'appliquoit à faire des expériences avec son neveu, Camille Galvani, sur divers points de physiologie et de physique animale; il se rendoit à d'autres jours déterminés chez le docteur Jules-César Cingari, de concert avec le savant astronome François Sacchetti; ils lisoient ensemble les ouvrages le plus récemment publiés, et dissertoient sur les questions qui y étoient traitées. Ces trois hommes vertueux s'épuroient en quelque sorte par leurs communications amicales; leur entretien littéraire une fois fini, ils passoient dans un autre appartement, où ils trouvoient une compagnie nouvelle. Là, il se livroient par fois à quelques-uns de ces jeux innocens qui reposent agréablement l'esprit fatigué par le travail de la méditation et de la pensée; mais la conversation la plus spirituelle animoit encore ces récréations, qui étoient pleines d'instruction et d'intérêt (1).

(1) On distinguoit particulièrement dans cette Société,

Galvani

Galvani joignoit au génie le plus éminent, l'assemblage des plus précieuses qualités du cœur. Son ame étoit un tableau où la vertu sembloit s'être peinte avec tous ses charmes et ses attraits. Il n'avoit pas cette philosophie qui rend l'homme insensible à ce qui l'entoure, qui ne l'occupe que de son intérêt personnel, mais cette philosophie qui règle nos actions et les dirige vers ce qui est honnête, qui donne de la droiture à nos penchans; il possédoit, en un mot, la philosophie des mœurs, bien préférable à la philosophie de l'esprit, si commune dans le siècle où nous vivons.

Toutes ses inclinations étoient bonnes et généreuses. Le sentiment de la haine lui étoit étranger; mais il étoit extrême dans ses affections aimantes. Aussi ne se consola-t-il jamais des pertes de son cœur.

Il faisoit respecter la grandeur de son art, par la grandeur de ses bienfaits. Tous les malades trouvoient en lui les lumières d'un Esculape et la tendresse d'un ami. Lorsque son temps ne pouvoit suffire au nombre des visites qu'on lui demandoit, il se rendoit de préférence chez les pauvres, en disant que les riches avoient de quoi payer les soins des autres médecins. Qu'il est heureux celui

---

Mademoiselle Anne Cingari, recommandable par son esprit et ses vertus, et M. le Comte Vincent Bargellini, homme d'une amabilité rare et d'une profonde érudition.

dont les jours sont couronnés par l'estime et la reconnoissance des infortunés qu'il a secourus !

Galvani ambitionnoit l'estime de ses semblables, quoiqu'il sût qu'elle est souvent accordée au vice et à l'ignorance. Il avoit cette dignité personnelle qui, comme l'a dit Aristote, est une vertu réelle dans un homme véritablement supérieur par ses lumières et ses talens ; aussi étoit-il sensible à l'excès aux égards, et aux déférences particulières qu'on lui témoignoit, et souvent même avoit-il l'air de les exiger.

Quoiqu'il fût extraordinairement flatté des témoignages d'estime qu'il recevoit dans la société, il étoit peu séduit par l'attrait de la renommée ; il pensoit que la vérité a un si grand charme par elle-même, que celui qui la trouve, n'a pas besoin d'être dédommagé par les avantages de la gloire.

Il s'honora dans toutes les circonstances, par l'esprit de calme qu'il porta dans ses discussions littéraires, et par cette modération qui est à la force, ce que la décence est à la beauté : il fut toujours juste même envers ceux qu'il savoit être ses ennemis.

Il aima sa religion jusqu'à en pratiquer les cérémonies les plus minutieuses ; mais elle ne fut jamais pour lui un instrument de méchanceté, parce qu'il la cultiva avec un cœur simple : elle lui donna, au contraire, la qualité la plus estimable

du sage, la patience au milieu des traits de l'adversité.

Son maintien étoit grave et modeste ; il cachoit beaucoup de finesse, sous l'extérieur et la naïveté de l'homme vulgaire ; aussi falloit-il avoir soi-même de l'esprit pour lui en trouver : l'homme instruit distinguoit en lui des manières naturelles, que l'ignorant eût pris pour des manières communes.

Il étoit d'un abord facile et d'un commerce aimable et aisé ; toutefois il étoit prudent et retenu dans sa conversation ; il étoit loin de ressembler à ces prétendus beaux-esprits qui discourent sans cesse par indigence d'idées : il suivoit avec une exactitude religieuse le grand précepte de Fénélon, en ne se servant de la parole que pour la pensée, et de la pensée que pour la vertu.

Galvani étoit assez habituellement porté à la mélancolie. Il fuyoit les compagnies nombreuses et bruyantes, et savoit rester avec lui-même ; il aimoit néanmoins à conserver des rapports avec les malheureux et les indigens. Depuis la mort de son épouse, il se plaisoit sur-tout à la campagne, parce qu'elle est amie des larmes et des regrets. C'est là qu'il alloit cacher et nourrir sa tristesse dans les lieux les plus solitaires, et les plus analogues à son affreuse situation.

Mort de Galvani.

Le premier effet du malheur, dit un écrivain célèbre, est de roidir l'ame ; le second est de la briser.

Il est des peines dans la vie dont le temps ne console pas; Galvani supportoit encore l'existence; mais les chagrins dont il étoit la proie, en minoient sourdement les ressorts. L'image de Lucie expirante, venoit s'offrir à chaque instant à ses regards, et on eût dit qu'il n'avoit pas assez de larmes pour la pleurer. Il sembloit d'ailleurs que depuis quelque temps la providence le destinât aux plus douloureux sacrifices du cœur. Il avoit vu la mort frapper et lui ravir presque soudainement tous ses proches (1). Ajoutons à ces évènemens sinistres, les maux physiques qui l'accabloient depuis quelques années; il étoit tourmenté par des douleurs cruelles dont le siége étoit l'organe de l'estomac, et que quelques hommes de l'art soupçonnoient provenir d'un affection du pylore; il éprouvoit en outre, à des époques déterminées, des souffrances intolérables dans la région des lombes, qui le contraignoient à garder le lit. Avec une santé si frêle et si chancelante, comment eût-il pu resister aux nouveaux sujets d'affliction que je viens de retracer. . . . . ?

---

(1) Parmi les pertes si douloureuses que Galvani fit presque en même temps, il suffit de rappeler celle de son neveu Antoine Galvani, qui s'étoit distingué dans l'art des accouchemens et dans celui des préparations anatomiques. Huit jours après, mourut le Jurisconsulte François Galvani, père de ce dernier, et qui, sous tous les rapports, méritoit l'estime de ses concitoyens; enfin un an s'étoit à peine écoulé, qu'il eut le chagrin de voir périr un jeune fils de son frère Jacques Galvani, dont le talent donnoit les plus flatteuses espérances.

Dépouillé de ses dignités et de son emploi, presque réduit à l'indigence, il se retira pour finir ses jours chez son frere Jacques Galvani, homme intègre et d'une probité exemplaire : bientôt après il tomba dans un état de marasme et de langueur qui alarma tous ceux qui le connoissoient, et dont les soins aussi éclairés que généreux des célebres médecins Cingari et Uttini, ne purent arrêter les progrès. Par égard pour sa grande célébrité, le gouvernement de la République Cisalpine avoit décrété qu'on le rétabliroit dans la chaire qu'il occupoit à l'université de Bologne, et qu'il jouiroit des émolumens dont l'avoit privé son refus de prêter le serment civique. Inutile faveur ! tant de coups portés à sa sensibilité étoient irrémédiables. Elle arriva enfin cette mort qu'il avoit tant désirée, et qui devoit terminer une vie flétrie par l'injustice et le chagrin..... Le 14 frimaire an 7, ce grand génie disparut de sa patrie pour entrer dans le long et éternel repos. Il avoit alors atteint la soixantième année de son âge. On ne remarqua point à ses funérailles, ce faste ambitieux qui accompagne le néant des riches ; mais sa tombe fût environnée de la désolation publique et baignée des pleurs de l'amitié.

Toute l'Europe savante fut douloureusement affectée de la perte de ce grand homme. Le secrétaire de l'Institut de Bologne annonça sa mort dans une séance publique de cette compagnie, et la consternation fut universelle....

Compagnons illustres de ses travaux, membres révérés de ce corps auguste qui fut le premier dépositaire de ses découvertes, vous près de qui le trépas vint moissonner une tête si chère, quelles durent être vos larmes, quand ce flambeau s'éteignit au milieu de vous! Ah! conservez toujours un si déplorable souvenir!... Et vous tous, qui aspirez à la gloire des sciences, imitez cette vie aussi simple que vertueuse : imitez ce noble désintéressement qui le fit renoncer aux biens et à la fortune pour obéir à la voix de sa conscience; imitez sa patience infatigable dans les recherches, sa candeur et sa modestie dans les succès, sa constance dans les sentimens affectueux du cœur.

Repose en paix, ombre pieuse, la mort n'a point enseveli ta mémoire!... Un géomètre célèbre, voulut qu'on ornât son cercueil d'une de ses spirales logarithmiques. La découverte de Galvani fera respecter ses cendres et son tombeau. Un artiste habile de Rome vient de graver une médaille, pour transmettre à la postérité l'image vénérée de cet homme aussi cher à l'humanité qu'aux sciences, qui est mort sans dignités, et sans richesses, mais avec la seule grandeur qui soit légitime sur la terre, celle que donnent la science et la vertu.

FIN.

DE L'IMPRIMERIE DE STOUPE, AN IX.